

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関  
国際事務局



(43)国際公開日  
2002年1月24日 (24.01.2002)

PCT

(10)国際公開番号  
WO 02/07132 A1

(51)国際特許分類<sup>7</sup>: G09F 9/33, 9/00, 9/30, G02F 1/1362, H01L 27/04, 27/12, 27/15, 29/78, 33/00

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).

(21)国際出願番号: PCT/JP01/06213

(72)発明者; および

(22)国際出願日: 2001年7月18日 (18.07.2001)

(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 岩瀬寿章 (IWA-FUCHI, Toshiaki) [JP/JP]. 大畠豊治 (OOHATA, Toyoharu) [JP/JP]. 土居正人 (DOI, Masato) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

(25)国際出願の言語: 日本語

(74)代理人: 杉浦正知 (SUGIURA, Masatomo); 〒171-0022 東京都豊島区南池袋2丁目49番7号 池袋パークビル7階 Tokyo (JP).

(26)国際公開の言語: 日本語

(81)指定国(国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,

(30)優先権データ:

特願2000-217953 2000年7月18日 (18.07.2000) JP

特願2000-217988 2000年7月18日 (18.07.2000) JP

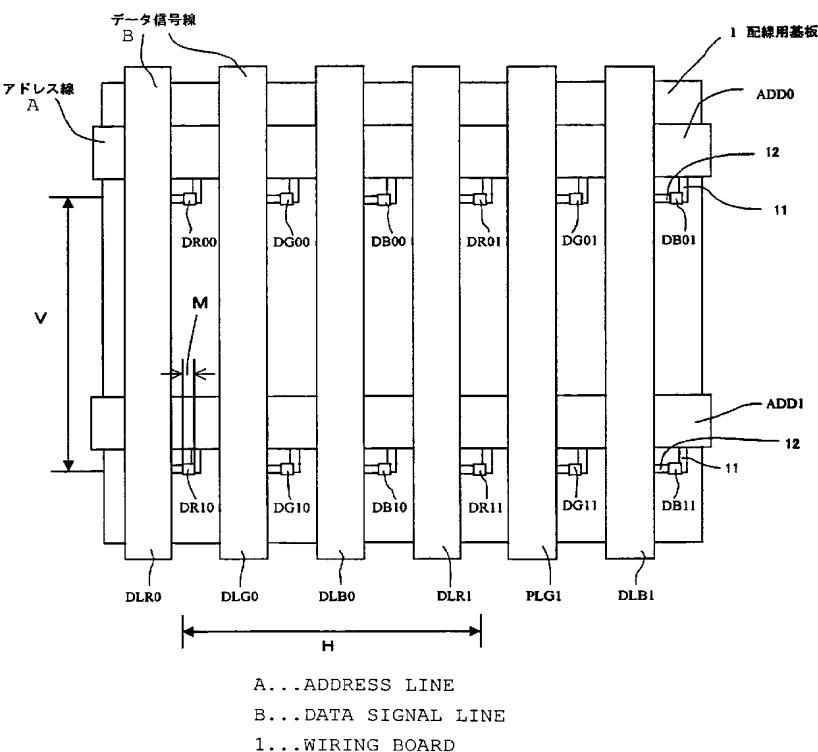
特願2000-396225 2000年12月26日 (26.12.2000) JP

特願2001-200113 2001年6月29日 (29.06.2001) JP

[続葉有]

(54)Title: IMAGE DISPLAY UNIT AND PRODUCTION METHOD FOR IMAGE DISPLAY UNIT

(54)発明の名称: 画像表示装置および画像表示装置の製造方法



(57)Abstract: An image display unit and a production method therefor, excellent in such features as resolution, image quality and luminous efficiency, and easy to upsize screens and reduce production costs, the image display unit displaying an image in which a plurality of light emitting elements are arranged to correspond to a specified image signal. Each light emitting element taking up an area of at least  $25 \mu m^2$  and up to  $10000 \mu m^2$  is mounted on a wiring board. The mounting involves an expanded transfer comprising the two steps - first transfer step of transferring elements into a more separated form than when they are arranged on a first board to be retained in a temporary retaining member, and second transfer step of transferring elements retained in the temporary retaining member onto a second board in a further separated form. Light emitting elements are mounted on a wiring board so that a crystal growth layer formed by the crystal growth of light emitting elements is inverted from when they are crystal-grown in a normal direction to the board principle plane.

WO 02/07132 A1

[続葉有]



LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ,  
PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT,  
TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW,  
MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM,  
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許  
(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 國際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドンスノート」を参照。

---

(57) 要約:

解像度や画質、発光効率などの諸特性に優れ、且つ大画面化が容易で、製造コストの低減も実現できる画像表示装置とその製造方法を提供する。複数の発光素子が配列され所要の画像信号に対応して画像を表示する画像表示装置である。発光素子は一個の素子の占有面積が  $2\text{ }5 \mu\text{m}^2$  以上  $1\text{ }0\text{ }0\text{ }0\text{ }0 \mu\text{m}^2$  以下とされて配線用基板に実装される。実装に際しては、例えば第一基板上で素子が配列された状態よりは離間した状態となるように素子を転写して一時保持用部材に保持させる第一転写工程と、一時保持用部材に保持された素子をさらに離間して第二基板上に転写する第二転写工程との 2 段階の拡大転写を行う。また、発光素子の結晶成長によって形成される結晶成長層が基板正面の法線方向において結晶成長時とは倒置するように配線用基板に実装する。

## 明細書

## 画像表示装置および画像表示装置の製造方法

## 技術分野

5 この発明は、発光素子がマトリクス状に配列され、画像信号に応じた  
画像表示を行う画像表示装置、その画像表示装置の製造方法、その画像  
表示装置に使用して好適な発光素子の製造方法に関する。また、半導体  
発光素子や液晶制御素子などの素子を基板上などに並べる配列方法およ  
び画像表示装置の製造方法に関し、特に転写工程によって微細加工され  
10 た素子をより広い領域に転写する素子の配列方法および画像表示装置の  
製造方法に関する。さらには、発光素子の実装方向を工夫した画像表示  
装置、素子を配列させた素子実装基板、画像表示装置の製造方法に関す  
る。

## 15 背景技術

軽量で薄型の画像表示装置として、種々の表示装置が開発されている。  
このような画像表示装置の主なカテゴリーとしては、例えば発光ダイオ  
ード（LED）を用いた装置、液晶ディスプレイを用いた装置、プラズ  
マディスプレイを用いた装置などがある。これら画像表示装置は、コン  
ピュータ技術の進展とともに、その適用範囲が広がりつつあり、例えば  
20 対角サイズで30センチから150センチ程度の大きさの装置は、テレ  
ビジョン受像機、ビデオ再生装置、ゲーム機器の出力装置などに用いられ、また、それより小さなサイズのものでは、例えば自動車搭載型案  
内装置や録画装置のモニター画面などに用いられている。

25 ところが、これらの画像表示装置のいずれもが解像度、輝度、光出力  
対電力効率、画質などの特性の点や、大画面化、コスト面などで問題を

抱えている。例えば、発光ダイオードをマトリクス状に配列した発光ダイオードアレイを用いる装置では、個々の発光ダイオードを集合的に用いてアレイを構成する。ところが、個々の発光ダイオードはそれぞれパッケージに収納されていて数ミリ程度のサイズがあり、その結果、一画素の大きさも大きくなつて解像度が低下してしまう。同時に、発光ダイオードアレイを用いる画像表示装置では、画素当たりのコストが高くなり、特に大画面の装置を構成した場合には、その製品価格が高いものになつてしまう。

液晶ディスプレイを用いた画像表示装置では、表示装置を構成するガラスなどの基板を真空にした膜形成装置などに入れ、フォトリソグラフィー技術を用いてトランジスタなどの素子の形成や配線の形成を行つており、特に液晶装置の解像度を高くしようとした場合には、 $\mu\text{m}$ オーダーのプロセス制御が必要となる。したがつて、製品の歩留りを向上させるには厳格なプロセス管理が必要となり、大画面の液晶表示装置を作成しようとする場合では、コストが高くなつてしまつ。また、液晶表示は見る角度によってコントラストや色合いが変化する視野角依存性があり、色を変化させる場合の反応速度が遅いといった問題も抱えている。

また、プラズマディスプレイを用いた装置では、画素単位の狭い空間で放電を生じさせ、発生する電離ガスからの紫外光によって蛍光体を励起して可視光を発生させるというメカニズムを利用している。プラズマディスプレイを用いた装置では、このため発光効率そのものが高くはなく、消費電力が多くなつてしまつ。また、蛍光体による外からの光が反射して、コントラストが低下するという問題点も発生し、色再現範囲が狭いと言つた問題も生ずる。

したがつて、上記画像表示装置は、そのいずれもが大型画面化が容易ではなくかつ製造コストが高くなり、それぞれ解像度やプロセス、画質、

発光効率などの問題を抱えたものとなっている。

そこで、この発明の上述の技術的な課題に鑑み、解像度や画質、発光効率などの諸特性に優れ、かつ大画面化が容易で、製造コストの低減も実現できる画像表示装置の提供を目的とする。また、この発明の他の目的は、そのような高性能の画像表示装置を製造するための製造方法の提供を目的とする。さらに、この発明の更に他の目的は、画像表示装置を構成する発光素子の製造方法を提供することである。さらにまた、この発明は、微細加工された素子をより広い領域に転写する際に、転写後も位置合わせ精度が損なわれることもなく、また配線不良などの問題も解決できる素子の配列方法および画像表示装置の製造方法を提供することを目的とする。  
10

### 発明の開示

この発明の画像表示装置は、複数の発光素子が配列され所要の画像信号に対応して画像を表示する画像表示装置において、一個の上記発光素子の占有面積が $25\mu m^2$ 以上で $10000\mu m^2$ 以下とされ、上記各発光素子はそれぞれ配線用基板に実装されたものであることを特徴とする。一個の上記発光素子の占有面積が $25\mu m^2$ 以上で $10000\mu m^2$ 以下とされることから、個々の発光素子自体は微小なサイズとなり、発光素子自体を高密度に配線用基板に配設することが可能である。  
20

この発明の好適な画像表示装置においては、各発光素子の占有面積に対する当該画像表示装置上の一画素分の占有面積の比が $10$ 以上 $400$ 以下とされ、より好ましくは $10$ 以上 $10000$ 以下とされる。

この発明の画像表示装置に使用される発光素子は、微小なサイズをもって実装が可能な素子であれば特に限定されるものではないが、その一例としては、発光ダイオードや半導体レーザなどのデバイスを挙げるこ  
25

とができ、特に、窒化物半導体発光素子、砒化物半導体発光素子、および燐化物半導体発光素子から選んで構成することができる。このような発光素子は、画像表示のカラー化のために、互いに波長を異ならせた3つの発光素子の組からなる画素を構成することできる。ここで典型的には赤、緑、青の各色の発光素子を組み合わせることでカラー画面を構成できる。

また、この発明は、複数の発光素子が配列され所要の画像信号に対応して画像を表示する画像表示装置の製造方法において、所要の配線をマトリクス状に配設した配線用基板を用意するとともに、個別のチップに分離された複数の発光素子を用意し、該発光素子を上記配線に接続するように実装して画像表示装置を構成することを特徴とする。発光素子が微小なサイズであるために高密度に配線用基板に配設することが可能であり、また、個々の発光素子を完成させた後に配線用基板に対して実装するために歩留りは良好であり、大画面化も容易である。

このような画像表示装置の製造方法において、所要の素子形成用基板上に半導体層を積層し、該半導体層に複数の発光素子を並べて形成した後、各発光素子毎に分離し、その分離した各発光素子を配線用基板に実装することができ、発光素子の素子間の領域に素子形成用基板の基板表面に達する溝を、各発光素子を囲むように形成し、該溝に囲まれた各発光素子を素子形成用基板から分離させ、その分離された各発光素子を上記配線用基板に実装することができる。

より好ましい実施の形態の一例としては、分離された各発光素子の配線用基板への実装は吸着用治具に発光素子の表面または裏面を吸着させながら配線用基板に素子毎に搭載することで行うことができ、溝に囲まれた各発光素子の素子形成用基板からの分離は、該素子形成用基板の裏面からのエネルギービームの照射を利用するようにすることができる。

このエネルギー ビームの照射前に、素子形成用基板上の各発光素子を一時保持用基板に保持させ、上記エネルギー ビームの照射後に各発光素子を素子形成用基板から分離させ、各発光素子を一時保持用基板に保持させても良い。その場合に一時保持用基板は全面に粘着材が形成され、その粘着材に上記発光素子の表面が一時的に保持されても良い。また、分離された各発光素子の上記配線用基板への実装は発光素子表面の電極部分を上記配線用基板上の導電材に圧着することで行うようにしても良い。

また、この発明は前述の画像表示装置を構成する発光素子の製造方法についても提供するものであり、この発明の発光素子の製造方法は、所要の基板上に半導体層を積層し、該半導体層に複数の発光素子を並べて形成した後、各発光素子毎に分離するとともに各発光素子を上記基板からも分離することを特徴とする。

発光素子の製造方法の好ましい一例においては、上記各発光素子と上記基板と間の分離は、該基板の裏面からのエネルギー ビームの照射が利用され、上記エネルギー ビームの照射前に、上記各発光素子を一時保持用基板に保持させ、上記エネルギー ビームの照射後に各発光素子を上記基板から分離させ、各発光素子を一時保持用基板に保持させることが好ましい。また、一時保持用基板は全面に粘着材が形成され、その粘着材に上記発光素子の表面が一時的に保持されるようにして良い。

一方、この発明の素子の配列方法は、第一基板上に配列された複数の素子を第二基板上に配列する素子の配列方法において、上記第一基板上で上記素子が配列された状態よりは離間した状態となるように上記素子を転写して一時保持用部材に該素子を保持させる第一転写工程と、上記一時保持用部材に保持された上記素子をさらに離間して上記第二基板上に転写する第二転写工程を有することを特徴とする。

上記方法によれば、一時保持用部材に素子を保持させた時点で既に、

素子間の距離が大きくされ、その広がった間隔を利用して比較的サイズの大きな電極や電極パッドなどを設けることが可能となる。続く第二転写工程では一時保持用部材の比較的サイズの大きな電極や電極パッドなどを利用した配線が行われるために、素子サイズに比較して最終的な装置のサイズが著しく大きな場合であっても容易に配線を形成できる。

また、上記素子の配列方法を応用したこの発明の画像表示装置の製造方法は、発光素子もしくは液晶制御素子をマトリクス状に配置した画像表示装置を製造する方法であって、第一基板上で発光素子もしくは液晶制御素子が配列された状態よりは離間した状態となるように上記発光素子もしくは液晶制御素子を転写して一時保持用部材に上記発光素子もしくは液晶制御素子を保持させる第一転写工程と、上記一時保持用部材に保持された上記発光素子もしくは液晶制御素子をさらに離間して第二基板上に転写する第二転写工程と、上記各発光素子もしくは液晶制御素子に接続させる配線を形成する配線形成工程とを有することを特徴とする。

上記画像表示装置の製造方法によれば、画像表示装置の画像表示部分が発光素子もしくは液晶制御素子をマトリクス状に配置することで構成される。第一基板上の発光素子もしくは液晶制御素子は、密な状態すなわち集積度を高くして微細加工を施して作成でき、一時保持用部材に離間しながら転写された時点で広がった間隔を利用して比較的サイズの大きな電極や電極パッドなどを設けることが可能となる。したがって、前述の素子の配列方法と同様に、第二転写後の配線を容易に形成できる。

この発明は、上記に加えて発光素子の実装に工夫を施した画像表示装置、その製造方法を提供する。すなわち、かかるこの発明の画像表示装置は、複数の発光素子を配線用基板の基板主面上に配列して実装した構造を有する画像表示装置において、上記発光素子の結晶成長によって形成される結晶成長層が上記基板正面の法線方向において結晶成長時とは

倒置されて配線用基板に実装されることを特徴とする。

また、この発明の画像表示装置は、上記構成において、発光素子が結晶成長時の基板側が光取り出し窓となる結晶成長層を有し、各発光素子は上記配線用基板に実装される前に成長用基板から分離されること構造<sup>5</sup>とすることができます、また、上記構成において、発光素子は基板正面に対して傾斜した傾斜結晶面を有する上記結晶成長層に第1導電層、活性層、および第2導電層が形成され、上記第1導電層と接続される第1電極と、上記第2導電層と接続する第2電極は成長用基板からの高さがほぼ同程度とされる構造とすることができます。また、倒置された結晶成長層を有<sup>10</sup>する画像表示装置であって、活性層を挟む第1導電層と第2導電層を有し、第1導電層と接続される第1電極と、第2導電層と接続する第2電極は上記基板正面の法線方向において上記結晶成長層を挟んでそれぞれ分けられて形成される構造とすることもできる。

さらに、この発明の画像表示装置の製造方法は、成長用基板上に選択<sup>15</sup>成長により基板側が開いた形状となるとなる結晶成長層を形成し、該結晶成長層に第1導電層、活性層、および第2導電層を形成して発光素子を構成し、上記第1導電層と接続する第1電極と、上記第2導電層と接続する第2電極を成長用基板からの高さがほぼ同程度となるように形成し、上記結晶成長層を上記成長用基板から分離して配線用基板に倒置し<sup>20</sup>て実装することを特徴とする。

また、この発明の素子実装基板は、複数の素子を配線用基板の基板正面に配列して実装した構造を有する基板において、上記素子の結晶成長によって形成される結晶成長層が上記基板正面の法線方向において結晶成長時とは倒置されて上記配線用基板に実装されていることを特徴と<sup>25</sup>する。

上記この発明の画像表示装置においては、発光素子の結晶成長層が基

板正面の法線方向において結晶成長層とは倒置されることから、電極側を結晶成長層の上側に形成した場合であっても倒置によって配線用基板に対峙する下側に位置することになり、配線用基板上に配線層を形成することで、実装の際に容易に電気的接続を図ることができる。したがって、  
5 パッケージ形態する必要がなく、高密度に発光素子を配列することもできる。

また、この発明の画像表示装置の製造方法においては、結晶成長層が選択成長によって形成されるため、簡単に基板正面に対して傾斜した傾斜結晶面を有する結晶成長層を形成することができ、したがって、結晶  
10 成長層を倒置した場合に、光を取り出し窓を上面とすることが容易となる。また、上記第2導電層と接続する第2電極を成長用基板からの高さがほぼ同程度となるようにすることで、配線用基板との電気的な接続を容易なものとすることができます。

## 15 図面の簡単な説明

第1図は、この発明の第1の実施例である画像表示装置の要部のレイアウト図、第2図は、この発明の第2の実施例である画像表示装置の要部のレイアウト図、第3図は、この発明の第2の実施例である画像表示装置の回路図、第4図は、この発明の第3の実施例である画像表示装置  
20 の製造方法における結晶層の形成工程を示す工程図、第5図は、この発明の第3の実施例である画像表示装置の製造方法における分離溝の形成工程を示す工程図、第6図は、この発明の第3の実施例である画像表示装置の製造方法における一時保持用基板の圧着工程を示す工程図、第7  
25 図は、この発明の第3の実施例である画像表示装置の製造方法におけるエネルギーbeamの照射工程を示す工程図、第8図は、この発明の第3の実施例である画像表示装置の製造方法における素子形成用基板の剥離

工程を示す工程図、第 9 図は、この発明の第 3 の実施例である画像表示装置の製造方法における発光素子の吸着工程を示す工程図、第 10 図は、この発明の第 3 の実施例である画像表示装置の製造方法における発光素子の分離工程を示す工程図、第 11 図は、この発明の第 3 の実施例である画像表示装置の製造方法における発光素子の実装直前の状態を示す工程図、第 12 図は、この発明の第 3 の実施例である画像表示装置の製造方法における発光素子の実装後の状態を示す工程図、第 13 図は、この発明の実施形態の素子の配列方法を示す模式図、第 14 図は、この発明の実施形態の他の素子の配列方法を示す模式図、第 15 図は、この発明の実施形態の素子の配列方法における間引き転写を示す模式図、第 16 図は、この発明の実施形態の素子の配列方法における樹脂形成チップを示す概略斜視図、第 17 図は、この発明の実施形態の素子の配列方法における樹脂形成チップを示す概略平面図、第 18 図は、この発明の実施形態の素子の配列方法に用いられる発光素子の例を示す図であって、断面図（第 18 図 A）と平面図（第 18 図 B）、第 19 図は、この発明の実施形態の発光素子の配列方法における第一転写工程の工程断面図、第 20 図は、この発明の実施形態の発光素子の配列方法における電極パッド形成工程の工程断面図、第 21 図は、この発明の実施形態の発光素子の配列方法における他の電極パッド形成工程の工程断面図、第 22 図は、この発明の実施形態の発光素子の配列方法における吸着工程の工程断面図、第 23 図は、この発明の実施形態の発光素子の配列方法における第二転写工程の工程断面図、第 24 図は、この発明の実施形態の発光素子の配列方法における絶縁層の形成工程の工程断面図、第 25 図は、この発明の実施形態の発光素子の配列方法における配線形成工程の工程断面図、第 26 図は、この発明の実施形態の液晶制御素子の配列方法における薄膜トランジスタの形成工程の工程断面図、第 27 図は、この発明の

実施形態の液晶制御素子の配列方法における第一転写工程の工程断面図、第 28 図は、この発明の実施形態の液晶制御素子の配列方法における一時保持用部材での保持状態を示す工程断面図、第 29 図は、この発明の実施形態の液晶制御素子の配列方法における一時保持用部材から第 2 の 5 一時保持用部材への転写工程の工程断面図、第 30 図は、この発明の実施形態の液晶制御素子の配列方法における第 2 の一時保持用部材での保持状態を示す工程断面図、第 31 図は、この発明の実施形態の液晶制御素子の配列方法における液晶パネルとして対向基板を形成して液晶を封入した状態を示す工程断面図、第 32 図は、発光素子の一例を示す断面 10 図、第 33 図は、発光素子の他の一例を示す断面図、第 34 図は、発光素子の更に他の一例を示す断面図、第 35 図は、発光素子の結晶成長層が倒置して実装された画像表示装置の第 1 の例を示す要部の断面図、第 36 図は、第 1 の例である画像表示装置を構成する発光ダイオードを示す図であって、素子の断面図（第 35 図 A）および素子の平面図（第 3 15 図 B）、第 37 図は、第 2 の例である画像表示装置の要部の断面図、第 38 図は、第 3 の例である画像表示装置の製造方法における結晶成長層の形成工程および電極形成工程を示す工程断面図、第 39 図は、第 3 の例である画像表示装置の製造方法におけるレジスト層の形成工程を示す工程断面図、第 40 図は、第 3 の実施例である画像表示装置の製造方法におけるパンプの形成工程を示す工程断面図、第 41 図は、第 3 の実 20 施例である画像表示装置の製造方法におけるエネルギー ビームの照射工程を示す工程断面図、第 42 図は、第 3 の実施例である画像表示装置の製造方法における一時保持用基板への転写工程を示す工程断面図、第 43 図は、第 3 の実施例である画像表示装置の製造方法における発光素子 25 の吸着工程を示す工程断面図、第 44 図は、第 3 の実施例である画像表示装置の製造方法における発光素子の実装工程を示す工程断面図、第 4

5 図は、第 3 の実施例である画像表示装置の製造方法における発光素子の実装後の状態を示す工程断面図、第 4 6 図は、第 3 の実施例である画像表示装置の製造方法における発光素子の加圧工程を示す工程断面図、第 4 7 図は、第 4 の実施例である画像表示装置の製造方法におけるエネルギー ビームの照射工程を示す工程断面図、第 4 8 図は、第 4 の実施例である画像表示装置の製造方法における発光素子の実装工程を示す工程断面図、第 4 9 図は、第 5 の実施例である画像表示装置の製造方法におけるエネルギー ビームの照射工程を示す工程断面図、第 5 0 図は、第 6 の実施例である画像表示装置の製造方法におけるエネルギー ビームの照射工程を示す工程断面図、第 5 1 図は、第 6 の実施例である画像表示装置の製造方法における転写工程を示す工程断面図、第 5 2 図は、第 6 の実施例である画像表示装置の製造方法における第 2 転写工程を示す工程断面図、第 5 3 図は、第 6 の実施例である画像表示装置の製造方法における第 2 転写工程後の状態を示す工程断面図、第 5 4 図は、第 6 の実施例である画像表示装置の製造方法における実装工程時の状態を示す工程断面図、第 5 5 図は、第 7 の実施例である画像表示装置の製造方法における発光素子形成時の状態を示す工程断面図、第 5 6 図は、第 7 の実施例である画像表示装置の製造方法におけるエネルギー 照射を伴う実装工程を示す工程断面図、第 5 7 図は、第 8 の実施例である画像表示装置の断面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、この発明を適用した画像表示装置、画像表示装置の製造方法、さらには発光素子の製造方法、素子の配列方法、素子実装基板について、図面を参照しながら詳細に説明する。

第 1 図は第 1 の実施例の画像表示装置の要部のレイアウトを示す図で

あり、第1図では垂直水平方向に2画素分ずつの要部を図示している。

この実施例の画像表示装置では、配線用基板1の主面上に水平方向に延在された複数本のアドレス線ADD0、ADD1が形成され、さらに図示しない層間絶縁膜を介して垂直方向に延在された複数本のデータ線DLR0～DLB1が形成されている。配線用基板1は例えばガラス基板や、合成樹脂または絶縁層で被覆された金属基板、あるいはシリコン基板などの半導体製造に汎用な基板であり、アドレス線やデータ線を求められる精度で形成可能な基板であればどのような基板であっても良い。

アドレス線ADD0、ADD1は導電性の優れた金属材料層や半導体材料層と金属材料層の組み合わせなどによって形成され、その線幅は第1図に示すように発光ダイオードのサイズMに比較して広い幅にすることができる。これは次に説明するように、一個の上記発光素子の占有面積が $25\mu m^2$ 以上で $10000\mu m^2$ 以下とされた微小なサイズの発光ダイオードを実装していることから実現できるものであり、したがって、

順次画素を走査して所要の画像を出力させる場合のアドレス線自体の抵抗による遅れを極力低減することができる。このアドレス線ADD0、ADD1は水平方向に延長されており、各画素当たり1本のアドレス線が通過する。したがって、水平方向に隣接する画素同士では共通のアドレス線が選択に用いられる。

データ線DLR0～DLB1は、アドレス線と同様に、導電性の優れた金属材料層や半導体材料層と金属材料層の組み合わせなどによって形成され、その線幅は第1図に示すように配線用基板1の専有面積の約半分程度を占めるように形成することもできる。このような広い線幅もアドレス線と同様に、一個の発光素子の占有面積が $25\mu m^2$ 以上で $10000\mu m^2$ 以下とされた微小なサイズの発光ダイオードを実装しているために可能である。これらデータ線DLR0～DLB1は垂直方向に延

長されており、各画素当たり発光ダイオードの数に応じて3本のデータ線が使用されている。例えば、図中左上の画素の発光ダイオードは、赤色発光ダイオードD R 0 0、緑色発光ダイオードD G 0 0、および青色発光ダイオードD B 0 0からなり、データ線D L R 0～D L B 0も各発光色ごとに設けられている。データ線D L R 0～D L B 1は垂直方向に隣接する画素の同じ発光色のダイオードの間では共通のデータ線が利用される。

この実施例の画像表示装置は、発光ダイオードをマトリクス状に配列して、所要の画像信号（映像信号すなわち動画用信号を含む。以下同様。）に応じた発光を行う。この駆動方法としては、アクティブマトリクス型液晶表示装置と同様の点順次または線順次方式でこの実施例の画像表示装置は駆動される。発光ダイオードは、例えば、青色および緑色の発光ダイオード用としてサファイア基板上に成長された窒化ガリウム系のダブルヘテロ構造多層結晶を用いることができ、赤色の発光ダイオード用として砒化ガリウム基板上に成長された砒化アルミニウムガリウムまたは燐化インジウムアルミニウムガリウム系のダブルヘテロ構造多層結晶を用いることができる。発光ダイオードは互いに波長を異ならせた3つの発光素子の組からなる画素を構成するが、異なる波長の組は赤、緑、青に限らず、他の色の組であっても良い。

この実施例の画像表示装置においては、各画素内において、水平方向に赤色の発光ダイオードD R 0 0、D R 0 1、D R 1 0、D R 1 1、次いで緑色の発光ダイオードD G 0 0、D G 0 1、D G 1 0、D G 1 1、次いで青色の発光ダイオードD B 0 0、D B 0 1、D B 1 0、B G 1 1が並んでいる。例えば、図中左上の画素の発光ダイオードは、赤色発光ダイオードD R 0 0、緑色発光ダイオードD G 0 0、および青色発光ダイオードD B 0 0の順にダイオードが配列されており、これら3つの発

光ダイオードが1つの画素の組を構成する。

ここで、各発光ダイオードは、例えばそれぞれ略正方形の形状を有し、非パッケージ状態のままあるいは微小パッケージ状態（例えば1 mmサイズ以下程度）のまま実装されるチップ構造を有している。第1図のレイアウト図では、発光ダイオードの詳細な層構造について図示しないが、それぞれ発光ダイオードの平面形状は略正方形であり、その略正方形の発光ダイオードチップを実装することで、発光ダイオードのマトリクス状の配列が構成されている。各発光ダイオードの位置は、アドレス線A-DD0、ADD1とデータ線DLR0～DLB1の交差位置に対応した位置になっており、各発光ダイオードはアドレス線に接続した電極パット部11を介して電気的にアドレス線に接続され、同様に、データ線に接続した電極パット部12を介して電気的にデータ線に接続される。電極パッド部11は垂直方向に延在する小さい帯状領域であり、電極パッド部12は水平方向に延在する小さい帯状領域である。各発光ダイオードはこれら電極パッド部11、12を介して電気的にアドレス線およびデータ線に接続され点順次あるいは線順次的方式で駆動される。

一個の発光ダイオードの素子占有面積は $2.5 \mu m^2$ 以上で $10000 \mu m^2$ 以下であることから、略正方形の各発光ダイオードのサイズは、その一辺が $5 \mu m$ から $100 \mu m$ 程度のサイズとされる。このような微小なサイズをもって配線用基板に実装される発光ダイオードとして、各発光ダイオードは微小パッケージ状態または非パッケージ状態のまま配線用基板1に実装される。各ダイオードの製造のために、好ましくは後述の発光ダイオードの製造方法を用いて製造することができる。一方、この実施例の画像表示装置では、その一画素当たりのピッチが垂直方向でVであり、水平方向でHであって、例えば0.1 mmから1 mmの範囲に設定される。これは動画用（テレビジョン受像機、ビデオ機器、ゲ

ーム機器) や情報用 (例えばコンピュータ用) の画像表示装置としては、対角サイズで 30 cm から 150 cm のものが適当であり、その画素数が RGB を合わせて 1 画素とした場合で概ね 30 万画素から 200 万画素程度のものが実用上望ましく、また、人間の視覚特性からも、直視型の画像表示装置として画素ピッチを 0.1 mm (個人用高精細表示) から 1 mm (数人用動画表示) とすることが好ましいためである。したがって、発光ダイオードをその一辺が 5 μm から 100 μm 程度のサイズとした場合には、各発光ダイオードの占有面積に対する当該画像表示装置上の一画素分の占有面積の比が 10 以上 40000 以下であることが好ましく、さらに 10 以上 10000 以下であることがより好ましい。

通常の画像表示装置の発光素子は、典型的には 0.3 ミリメール角のサイズが樹脂パッケージ前のチップサイズであり、それに樹脂パッケージを施した場合には、1 mm を越えることになる。したがって、例えば画素ピッチを仮に 5 ミリとした場合には、上記各発光ダイオードの占有面積に対する画像表示装置上の一画素分の占有面積の比が 1 ~ 2 程度の数値に納まることになり、この実施例の如き各発光ダイオードの占有面積に対する画像表示装置上の一画素分の占有面積の比の範囲として好ましくは 10 以上 40000 以下であり、さらに好ましくは 10 以上 10000 以下の範囲であって、この実施例の範囲からは通常の典型的な画像表示装置はその比の範囲が外れたものとなっている。

このような微細なチップサイズの発光ダイオードを用いることがこの実施例の画像表示装置の背景にあるが、微細なチップサイズであっても十分な輝度が得られることが次のように示される。すなわち、屋内用表示装置としては、その十分な輝度として必要な値は 500 cd/m<sup>2</sup> 程度であり、これを光出力に換算すると赤色、緑色、青色の各色とも概ね 5 W/m<sup>2</sup> となる。これを画像表示装置で実現するためには、計算上は

1つの発光ダイオードの平均光出力を $0.017\text{ }\mu\text{W}$ から $1.7\text{ }\mu\text{W}$ の範囲であれば良い。ここで信頼性については通常発光ダイオードと同等と仮定して考えてみると、その駆動電流密度を同等にした場合に、多少のマージンを加えても $1\text{ 平方 }\mu\text{m}$ から $100\text{ 平方 }\mu\text{m}$ 程度のサイズを発光ダイオードが有していれば良く、配線用基板に実装される発光ダイオードとして、一個の発光ダイオードの占有面積を $25\text{ }\mu\text{m}^2$ 以上で $1000\text{ }\mu\text{m}^2$ 以下に設定することは信頼性と輝度の面で十分なものとなる。

微小サイズのまま実装される各発光ダイオードは、上述の如きサイズを有しており、後述する製造方法のように、素子形成用基板上に形成され、その後チップ毎に分離されて非パッケージ状態または微小パッケージ状態をもって実装されるものである。ここで非パッケージ状態とは、樹脂成形などのダイオードチップの外側を覆うような処理を施していない状態を指す。また、微小パッケージ状態とは薄い肉厚の樹脂などに被覆された状態であるが、通常のパッケージサイズよりも小さいサイズ（例えば $1\text{ mm}$ 以下程度のもの）に収まっている状態を指す。後述の製造方法で詳述されるように、この実施例の画像表示装置に用いられる発光ダイオードはパッケージがない分またはパッケージが微小な分だけ微細なサイズで配線用基板上に実装される。

次に、第2図および第3図を参照しながら、第2の実施例の画像表示装置について説明する。この実施例は上記第1の実施例の画像表示装置の変形例であり、特に各発光ダイオードに電気的に接続する電流保持回路がチップ状に実装されている例である。

第2図のレイアウト図では、この実施例の画像表示装置の内の1画素分( $V1 \times H1$ )の構造が示されている。第1の実施例のものと同様な配線用基板21上に水平方向に延在されるアドレス線ADDと2本の電

源線 P W 1、P W 2 が所要の間隔で形成されている。これらアドレス線 ADD と 2 本の電源線 P W 1、P W 2 は、導電性の優れた金属材料層や半導体材料層と金属材料層の組み合わせなどによって形成され、その線幅は発光ダイオードや電流保持回路のチップのサイズに比較して広い幅とされる。<sup>5</sup> また、同じ画素内には垂直方向に各発光ダイオード毎の信号線 DLR、DLG、DLB が所要の間隔で形成されており、これら信号線 DLR、DLG、DLB もアドレス線 ADD と同様の構造、寸法で形成されている。

この実施例の画像表示装置では、発光ダイオード DR、DG、DB が<sup>10</sup> マトリクス状に配列され、所要の画像信号に応じた発光を行う。当該画素において、赤色発光ダイオード DR、緑色発光ダイオード DG、および青色発光ダイオード DB の順にダイオードが配列されており、これら 3 つの発光ダイオードが 1 つの画素の組を構成する。各発光ダイオード DR、DG、DB はそれぞれ略正方形の微小なサイズをもって実装されたチップ構造を有していることは前述の実施例と同様である。各発光ダイオード DR、DG、DB は電源線 P W 1 と電源線 P W 2 の間の領域に実装される。<sup>15</sup>

そして、この実施例の画像表示装置においては、各発光ダイオード DR、DG、DB に電気的に接続され各発光ダイオード DR、DG、DB<sup>20</sup> を流れる電流保持するための電流保持回路 PT が各素子毎に形成されている。この電流保持回路 PT は、後述するトランジスタと容量を有する回路構成からなる回路であり、特に電流保持回路 PT は個別のチップ状に形成され微小なサイズをもって配線用基板 2 1 に実装されたものである。この実施例では、各発光ダイオード DR、DG、DB と電流保持回路 PT<sup>25</sup> を形成した上記電流保持回路チップが略同一のチップサイズを有しており、一個の発光ダイオードの素子占有面積は  $25 \mu m^2$  以上で 1

0 0 0 0  $\mu\text{m}^2$ 以下とされ、かつ一個の電流保持回路PTのチップの占有面積も同様に25  $\mu\text{m}^2$ 以上で10000  $\mu\text{m}^2$ 以下とされる。このような略同一のチップサイズとすることで、同じ実装工程での実装が可能となり、製造工程を容易に実現することができる。これら各電流保持回路PTは電源線PW1とアドレス線ADDの間の領域に形成される。

各発光ダイオードDR、DG、DBと電流保持回路PTの間および各信号線DLR、DLG、DLBやアドレス線ADD、電源線PW1、PW2の間には、配線の必要から配線部22～26が形成される。配線部22は垂直方向を長手方向とする帯状小領域であり、発光ダイオードと電源線PW2を接続する。配線部23は垂直方向を長手方向とする帯状領域であり、発光ダイオードDR、DG、DBとその発光ダイオードDR、DG、DBを駆動する電流を保持するための電流保持回路PTの間をそれぞれ接続する。配線部24は発光ダイオードから水平に延在された後、電源線PW1に接続するために垂直に延在された帯状の領域であり、電流保持回路PTと電源線PW1の間を接続する。配線部25は垂直方向を長手方向とする帯状の領域であり、電流保持回路PTとアドレス線ADDの間を接続する。配線部26は水平方向に延在された帯状の領域であり、電流保持回路PTと信号線DLR、DLG、DLBの間をそれぞれ接続する。これら各配線部22～26は各発光ダイオードDR、DG、DBを微小なサイズをもって配線用基板に実装する場合に、後述するような接合用導電材を載置することができるものであり、電流保持回路PTのチップを同様に微小なサイズをもって配線用基板に実装する場合にも後述するような接合用導電材を載置することができるものである。

第3図は、第2図に示すこの実施例の画像表示装置の回路図である。図中、ダイオード31が発光ダイオードであり、画像信号に応じて所定

の色の発光を行う。なお、ダイオード 3 1 は赤、緑、青の 3 色であり、水平方向で並ぶ 3 つのダイオード 3 1 が 1 つの画素を構成しているが、第 3 図の回路図中は説明を簡素化するために色の区別をせずに示している。このダイオード 3 1 に接続されたトランジスタ 3 2、3 3 と容量 3 5 4 が電流保持回路を構成する。電源線 PW 1 と電源線 PW 2 の間でダイオード 3 1 と直列にトランジスタ 3 2 が接続され、トランジスタ 3 2 がオン状態の場合に限り、ダイオード 3 1 は発光する。電源線 PW 1 と電源線 PW 2 の一方は接地電圧を供給し他方は電源電圧を供給する。このトランジスタ 3 2 のゲートには容量 3 4 の一方の端子とスイッチングト 10 ランジスタとして機能するトランジスタ 3 3 のソース・ドレイン領域の一方が接続する。このトランジスタ 3 3 の他方のソース・ドレイン領域は画像信号が供給される信号線 DL に接続され、該トランジスタ 3 3 のゲートは水平方向に延在するアドレス線 ADD に接続される。

アドレス線 ADD はシフトレジスタ回路 3 6 によって選択的にレベル 15 が切り替えられる構造となっており、例えば複数のアドレス線の一本だけが高レベルにシフトして、その水平アドレスが選択されることになる。信号線 DL は画像（映像）信号を各発光ダイオード 3 1 に伝えるための配線であり、各発光ダイオード 3 1 が 1 つに対して一本の信号線 DL が対応する。アドレス線 ADD はシフトレジスタ回路 3 6 によって選択的 20 にレベルシフトされるが、信号線 DL はシフトレジスタ・トランスファゲート回路 3 5 によって走査され、選択された信号線 DL にはシフトレジスタ・トランスファゲート回路 3 5 を介して画像信号が供給される。

トランジスタ 3 2 のゲートに接続されかつトランジスタ 3 3 の一方のソース・ドレイン領域に接続する容量 3 4 は、トランジスタ 3 2 のゲート 25 の電位をトランジスタ 3 3 がオフ状態となった際に維持する機能を有する。このようにトランジスタ 3 3 がオフとなった場合でも、ゲート電

圧を維持できるために、発光ダイオード31を駆動し続けることが可能である。

ここで簡単に動作について説明する。水平のアドレス線ADDにシフトレジスタ回路36から電圧を印加してアドレスを選択すると、その選択されたラインのスイッチングトランジスタ33がオン状態となる。その時に、垂直方向に延在されている信号線DLに画像信号を電圧として加えると、その電圧がスイッチングトランジスタ33を介してトランジスタ32のゲートに到達するが、同時に容量34にもそのゲート電圧が蓄電され、その容量34がトランジスタ32のゲート電圧を維持するよう10に動作する。水平方向のアドレス線ADDの選択動作が停止した後、すなわち選択にかかるアドレス線の電位が再び低レベルに遷移して、トランジスタ33がオフ状態となった場合でも、容量34はゲート電圧を維持しつづけ、原理的には次のアドレス選択が生ずるまで、容量34は選択時のゲート電圧を保持し続けることが可能である。この容量34が15ゲート電圧を維持している間は、トランジスタ32はその維持された電圧に応じた動作を行い、発光ダイオード31に駆動電流を流し続けることも可能である。このように発光ダイオード31の発光している時間を長く保つことで、個々の発光ダイオードの駆動電流を低くしても画像全体の輝度を高くすることができます。

20 次に、第3の実施例として、この発明の画像表示装置の製造方法について第4図ないし第12図を参照しながら説明する。なお、この画像表示装置の製造方法は、そのまま発光素子の製造方法としても用いることができ、配線用基板に対して実装する前工程までの説明は発光素子の製造方法の説明でもある。

25 第4図に示すように、初めにサファイア基板51を用意し、図示しない低温、高温のバッファ層を形成した後、第2導電型クラッド層52、

活性層 5 3、第 1 導電型クラッド層 5 4 が順次積層される。サファイア基板 5 1 が素子形成用基板となる。ここで第 2 導電型クラッド層 5 2、活性層 5 3、第 1 導電型クラッド層 5 4 は、例えは青色や緑色発光ダイオードを製造する場合には、窒化ガリウム系結晶成長層とすることがで  
5 きる。このような各層の成長によって、サファイア基板 5 1 上には p n 接合を有したダブルヘテロ構造の発光ダイオードが形成される。

次に、第 5 図に示すように、フォトリソグラフィー技術を用い、さらに蒸着と反応性イオンエッティングを利用して、第 2 導電型クラッド層 5 2 に接続するように n 型電極 5 5 が形成され、さらに第 1 導電型クラッド層 5 4 に接続するように p 型電極 5 6 も形成される。各電極 5 5、5 6 が各素子毎に形成されたところで、各素子の周囲を分離するように分離溝 5 7 が形成される。この分離溝 5 7 のパターンは一般的に残される発光ダイオードを正方形状とするために格子状となるが、これに限定されず他の形状でも良い。この分離溝 5 7 の深さはサファイア基板 5 1 の  
10 主面が露出する深さであり、第 2 導電型クラッド層 5 2 は該分離溝 5 7 によって分離されたものとなる。正方形状とされる発光ダイオードのサイズは、その占有面積が  $25 \mu m^2$  以上で  $10000 \mu m^2$  以下とされる程度の大きさであり、一辺のサイズはしたがって  $5 \mu m$  ないし  $100 \mu m$  である。  
15

20 第 6 図に示すように、一時保持用基板 6 0 を用意する。この一時保持用基板 6 0 は各発光ダイオードを転写する場合に保持するための基板である。この一時保持用基板 6 0 の表面には粘着材層 6 1 が塗布されており、その粘着材層 6 1 の表面 6 2 を既に分離溝 5 7 が形成された発光ダイオード側に圧着する。すると、粘着材層 6 1 の表面 6 2 には各発光ダイオードの表面側が粘着することになる。  
25

次に、第 7 図に示すように、エネルギービームとしてエキシマレーザ

光などの高出力パルス紫外線レーザをサファイア基板 5 1 の裏面側から表面側に透過するように照射する。この高出力パルス紫外線レーザの照射によって、サファイア基板 5 1 と結晶層である第 2 導電型クラッド層 5 2 などの界面近傍での例えば窒化ガリウム層が窒素ガスと金属ガリウムに分解し、その第 2 導電型クラッド層 5 2 とサファイア基板 5 1 の間の接合力が弱くなり、その結果、第 8 図に示すように、サファイア基板 5 1 と結晶層である第 2 導電型クラッド層 5 2 との間を容易に剥離することができる。

サファイア基板 5 1 を剥離した後、各発光ダイオードは素子分離された状態で一時保持用基板 6 0 の粘着材層 6 1 に保持され、第 9 図に示すように、その第 2 導電型クラッド層 5 2 の面を吸着用治具 7 0 で吸着する。吸着用治具 7 0 の吸着部 7 2 が第 2 導電型クラッド層 5 2 の裏面に接したところで、当該吸着用治具 7 0 に設けられた吸着孔 7 1 の内部圧力を減圧することで必要な吸着が行われる。

吸着にかかる発光ダイオードの第 2 導電型クラッド層 5 2 の裏面が十分に吸着したところで、吸着用治具 7 0 を一時保持用基板 6 0 から離し、第 10 図に示すように吸着にかかる発光ダイオードを個別に一時保持用基板 6 0 から外す。

ここまでが個別の小さなサイズの発光素子の製造方法となるが、引き続いて、配線用基板に実装することで画像表示装置が製造される。第 11 図は、配線用基板 8 0 に吸着用治具 7 0 に吸着されている発光ダイオードを実装する直前の状態を示す図であり、この発光ダイオードは、一個の素子の占有面積が  $25 \mu\text{m}^2$  以上で  $10000 \mu\text{m}^2$  以下とされる微小なサイズをもって構成されている。この段階では、配線用基板 8 0 が既に用意されており、この配線用基板 8 0 上には所要の信号線やアドレス線、電源線や接地線などの配線電極 8 1 が既に形成されている。配線

用基板 8 0 は、例えばガラス基板や、合成樹脂または絶縁層で被覆された金属基板、あるいはシリコン基板などの半導体製造に汎用な基板であり、アドレス線やデータ線を求められる精度で形成可能な基板であればどのような基板であっても良い。配線電極 8 1 上には、接合用導電材 8 5 2 が形成されている。この接合用導電材 8 2 は圧着されることで変形しながらかつ電気的な接続を果たす材料であれば良い。

次に、第 1 2 図に示すように、吸着用治具 7 0 を配線用基板 8 0 に近づけ、所要の位置に発光ダイオードを圧着させて当該発光ダイオードを実装する。この非パッケージ状態の発光ダイオードの圧着によって接合用導電材 8 2 は変形するが、確実に固定されて実装を完了する。このような発光ダイオードの実装作業を全部のダイオードについて繰り返し行うことでマトリクス状に画素が配列された画像表示装置が完成する。電流保持回路についても同様の非パッケージ状態のまま実装することができ、電流保持回路を有する回路構成も容易に製造することができる。

15 この実施例の画像表示装置の製造方法を用いることで、窒化ガリウム基板上に形成する発光ダイオードやシリコン基板上に形成する発光ダイオードや回路素子の微小チップ化には、レーザなどの手段が不要であり、基板裏面からの研磨、研削、化学エッチングや分離溝形成のためのエッチングの組み合わせによって微小チップを形成できる。

20 なお、上述の例では、発光ダイオードを 1 つずつ吸着して実装する例を説明したが、複数の吸着部を形成した治具を使用することで、その生産性を向上させることも可能であり、シリコン基板や化合物半導体基板上に素子を形成する場合には、エネルギービームの照射に限定されず、基板裏面からの研磨、研削、化学エッチングを用いても良い。

25 発光素子である L E D (発光ダイオード) は高価であるため、上述のように 1 枚のウエハから数多くの L E D チップを製造することにより L

EDを用いた画像表示装置を低成本にできる。すなわち、LEDチップの大きさを約 $300\mu\text{m}$ 角のものを上記のように数十 $\mu\text{m}$ 角のLEDチップにして、それを接続して画像表示装置を製造すれば画像表示装置の価格を下げることができる。

5 そこで各素子を集積度高く形成し、各素子を広い領域に転写などによって離間させながら移動させ、画像表示装置などの比較的大きな表示装置を構成する技術があり、例えば米国特許第5438241号に記載される薄膜転写法や、特開平11-142878号公報に記載される表示用トランジスタアレイパネルの形成方法などの技術が知られている。米  
10 国特許第5438241号では基板上に密に形成した素子が粗に配置し直される転写方法が開示されており、接着剤付きの伸縮性基板に素子を転写した後、各素子の間隔と位置をモニターしながら伸縮性基板がX方向とY方向に伸張される。そして伸張された基板上の各素子が所要のディスプレイパネル上に転写される。また、特開平11-142878号  
15 公報に記載される技術では、第1の基板上の液晶表示部を構成する薄膜トランジスタが第2の基板上に全体転写され、次にその第2の基板から選択的に画素ピッチに対応する第3の基板に転写する技術が開示されている。

ところが前述のような技術では、次のような問題が生ずる。まず、前述の基板上に密に形成したデバイスを粗に配置し直す転写方法は、伸縮性基板の伸長時の不動点(支点)がデバイスチップの接着面のどの位置になるかによって、デバイス位置が最小でチップサイズ( $\geq 20\mu\text{m}$ )だけずれるという本質的な問題を抱えている。そのために、デバイスチップ毎の精密位置制御が不可欠になる。したがって、少なくとも $1\mu\text{m}$ 程度の位置合わせ精度が必要な高精細TFTアレイパネルの形成には、TFTデバイスチップ毎の位置計測と制御を含む位置合わせに多大な時間を

要する。さらに、熱膨張係数の大きな樹脂フィルムへの転写の場合には、位置決め前後の温度／応力変動によって位置合わせ精度が損なわれ易い。以上の理由から、量産技術として採用することには極めて大きな問題がある。

5 また、特開平11-142878号に記載される技術では、最終的な転写の後に配線電極などが作成される。ところが、高速動作や低コスト化のための高集積化によって薄膜トランジスタや発光素子などの素子サイズを小さくすることが求められており、素子を所要の画素ピッチの位置に配設した後で、配線層などを形成する場合では、微細化された素子チップが広げられた領域に配設されている状態で配線を形成する必要があり、素子の位置精度の問題から配線不良などの課題が新たに噴出することになる。

そこで、微細加工された素子をより広い領域に転写する際に、転写後も位置合わせ精度が損なわれることもなく、また配線不良などの問題も15 解決できる素子の配列方法および画像表示装置の製造方法が必要になる。そこで、以下、かかる素子の配列方法、画像表示装置の製造方法について説明する。

#### [二段階拡大転写法]

この実施形態の素子の配列方法および画像表示装置の製造方法は、高20 集積度をもって第一基板上に作成された素子を第一基板上で素子が配列された状態よりは離間した状態となるように一時保持用部材に転写し、次いで一時保持用部材に保持された上記素子をさらに離間して第二基板上に転写する二段階の拡大転写を行う。なお、この実施形態では転写を25 段階としているが、素子を離間して配置する拡大度に応じて転写を三段階やそれ以上の多段階とすることもできる。

第13図と第14図はそれぞれ二段階拡大転写法の基本的な工程を示

す図である。まず、第13図Aに示す第一基板90上に、例えば発光素子や液晶制御素子のような素子92を密に形成する。液晶制御素子とは、最終製品として液晶パネルを形成した際に液晶の配向状態を制御する薄膜トランジスタなどの素子である。素子を密に形成することで、各基板5当たりに生成される素子の数を多くすることができ、製品コストを下げることができる。第一基板90は例えば半導体ウエハ、ガラス基板、石英ガラス基板、サファイア基板、プラスチック基板などの種々素子形成可能な基板であるが、各素子92は第一基板90上に直接形成したものであっても良く、他の基板上で形成されたものを配列したものであって10も良い。

次に第13図Bに示すように、第一基板90から各素子92が図中破線で示す一時保持用部材91に転写され、この一時保持用部材91の上に各素子92が保持される。ここで隣接する素子92は離間され、図示のようにマトリクス状に配される。すなわち素子92はx方向にもそれ15ぞれ素子の間を広げるように転写されるが、x方向に垂直なy方向にもそれぞれ素子の間を広げるように転写される。このとき離間される距離は、特に限定されず、一例として後続の工程での樹脂部形成や電極パッドの形成を考慮した距離とすることができる。一時保持用部材91上に第一基板90から転写した際に第一基板90上の全部の素子が離間され20て転写されるようにすることができる。この場合には、一時保持用部材91のサイズはマトリクス状に配された素子92の数（x方向、y方向にそれぞれ）に離間した距離を乗じたサイズ以上であれば良い。また、一時保持用部材91上に第一基板90上的一部分の素子が離間されて転写されるようにすることも可能である。

25 一時保持用部材91への素子92の転写は、後述するように、所要の吸着用治具やアクチュエーターなどを用いた機械的手段を使用して行う

ようにすることもでき、あるいは熱や光によって軟化、硬化、架橋、劣化などの反応を生ずる樹脂などを塗布した上で熱や光を局所的に照射して剥離や接着などを生じさせて選択的に転写を行うようにしても良い。さらには、熱や光と機械的手段の組み合わせで転写するようにしても良い。一時保持用部材 9 1 と第一基板 9 0 の面同士を対峙させて転写することが一般的ではあるが、一旦、第一基板 9 0 から素子 9 2 をチップ毎にばらばらに分離し、個々の素子 9 2 を改めて一時保持用部材 9 1 に並べるようにしても良い。

このような第一転写工程の後、第 13 図 C に示すように、一時保持用部材 9 1 上に存在する素子 9 2 は離間されていることから、各素子 9 2 ごとに素子周りの樹脂の被覆と電極パッドの形成が行われる。素子周りの樹脂の被覆は電極パッドを形成し易くし、次の第二転写工程での取り扱いを容易にするなどのために形成される。電極パッドの形成は、後述するように、最終的な配線が続く第二転写工程の後に行われるため、その際に配線不良が生じないように比較的大き目のサイズに形成されるものである。なお、第 13 図 C には電極パッドは図示していない。各素子 9 2 の周りを樹脂 9 3 が覆うことで樹脂形成チップ 9 4 が形成される。素子 9 2 は平面上、樹脂形成チップ 9 4 の略中央に位置するが、一方の辺や角側に偏った位置に存在するものであっても良い。

次に、第 13 図 D に示すように、第二転写工程が行われる。この第二転写工程では一時保持用部材 9 1 上でマトリクス状に配される素子 9 2 が樹脂形成チップ 9 4 ごと更に離間するように第二基板 9 5 上に転写される。この転写も第一転写工程と同様に、所要の吸着用治具やアクチュエーターなどを用いた機械的手段を使用して行うようにすることができ、あるいは熱や光によって軟化、硬化、架橋、劣化などの反応を生ずる樹脂などを塗布した上で熱や光を局所的に照射して剥離や接着などを生じ

させて選択的に転写を行うようにしても良い。さらには、熱や光と機械的手段の組み合わせで転写するようにしても良い。

第二転写工程においても、隣接する素子92は樹脂形成チップ94ごと離間され、図示のようにマトリクス状に配される。すなわち素子92はx方向にもそれぞれ素子の間を広げるよう転写されるが、x方向に垂直なy方向にもそれぞれ素子の間を広げるよう転写される。第二転写工程によって配置された素子の位置が画像表示装置などの最終製品の画素に対応する位置であるとすると、当初の素子92間のピッチの略整数倍が第二転写工程によって配置された素子92のピッチとなる。ここで第一基板90から一時保持用部材91での離間したピッチの拡大率をnとし、一時保持用部材91から第二基板95での離間したピッチの拡大率をmとすると、略整数倍の値Eは $E = n \times m$ であらわされる。拡大率n、mはそれぞれ整数であっても良く、整数でなくともEが整数となる組み合わせ（例えばn=2.4でm=5）であれば良い。

第二基板95上に樹脂形成チップ94ごと離間された各素子92には、配線が施される。この時、先に形成した電極パッドなどをを利用して接続不良を極力抑えながらの配線がなされる。この配線は例えば素子92が発光ダイオードなどの発光素子の場合には、p電極、n電極への配線を含み、液晶制御素子の場合は、選択信号線、電圧線や、配向電極膜などの配線などを含む。

次に、第14図は第13図の二段階拡大転写法の変形例であり、第一基板90a上から一時保持用部材91aへの転写方法が異なる実施形態である。第14図Aに示すように第一基板90a上に例えば発光素子や液晶制御素子のような素子92が密に形成される。複数の素子92は第一基板90a上ではマトリクス状に配列されており、第一基板90a自体は第13図の第一基板90と同様に例えば半導体ウエハ、ガラス基板、

石英ガラス基板、サファイア基板、プラスチック基板などの種々素子形成可能な基板であるが、各素子 9 2 は第一基板 9 0 上に直接形成したものであっても良く、他の基板上で形成されたものを配列したものであっても良い。

5 このように複数の素子 9 2 を第一基板 9 0 a 上にマトリクス状に形成したところで、一時保持用部材 9 1 a へ素子 9 2 を離間しながら転写する。この場合には、第一基板 9 0 a と一時保持用部材 9 1 a が対峙するように保持され、第一基板 9 0 a 上のマトリクス状に配列された複数の素子 9 2 を間引きするように転写する。すなわち、第一基板 9 0 a 上のある素子 9 2 を転写する場合、その隣接した周囲の素子 9 2 は転写しないで、所要距離だけ離間した位置の素子 9 2 が第一基板 9 0 a と当該一時保持用部材 9 1 a が対峙している間に転写される。隣接した周囲の素子 9 2 はこの間引き転写で第一基板 9 0 a に残されるが、別個の一時保持用部材に対して転写することで、密に形成した素子 9 2 を無駄にすることなく有効に活用される。

10

15

一時保持用部材 9 1 a への素子 9 2 の転写は、後述するように、所要の吸着用治具やアクチュエーターなどを用いた機械的手段を使用して行うようにすることもでき、あるいは熱や光によって軟化、硬化、架橋、劣化などの反応を生ずる樹脂などを塗布した上で熱や光を局所的に照射して剥離や接着などを生じさせて選択的に転写を行うようにしても良い。さらには、熱や光と機械的手段の組み合わせで転写するようにしても良い。

20

このような第一転写工程の後、第 14 図 C に示すように、一時保持用部材 9 1 a 上に存在する素子 9 2 は離間されていることから、各素子 9 2 ごとに素子周りの樹脂 9 3 の被覆と電極パッドの形成が行われ、続いて第 14 図の (d) に示すように、第二転写工程が行われる。この第二

25

転写工程では一時保持用部材 9 1 a 上でマトリクス状に配される素子 9 2 が樹脂形成チップ 9 4 ごと更に離間するように第二基板 9 5 上に転写される。これら素子周りの樹脂 9 3 の被覆と電極パッドの形成と第二転写工程は第 1 3 図を用いて説明した工程と同様であり、二段階拡大転写 5 の後で所要の配線が形成される点も同様である。

これら第 1 3 図、第 1 4 図に示した二段階拡大転写法においては、第一転写後の離間したスペースを利用して電極パッドや樹脂固めなどを行うことができ、そして第二転写後に配線が施されるが、先に形成した電極パッドなどをを利用して接続不良を極力抑えながらの配線がなされる。 10 したがって、画像表示装置の歩留まりを向上させることができる。また、この実施形態の二段階拡大転写法においては、素子間の距離を離間する工程が 2 工程であり、このような素子間の距離を離間する複数工程の拡大転写を行うことで、実際は転写回数が減ることになる。すなわち、例えば、ここで第一基板 9 0 、 9 0 a から一時保持用部材 9 1 、 9 1 a での離間したピッチの拡大率を 2 ( $n = 2$ ) とし、一時保持用部材 9 1 、 9 1 a から第二基板 9 5 での離間したピッチの拡大率を 2 ( $m = 2$ ) とすると、仮に一度の転写で拡大した範囲に転写しようとしたときでは、最終拡大率が  $2 \times 2$  の 4 倍で、その二乗の 16 回の転写すなわち第一基板のアライメントを 16 回行う必要が生ずるが、この実施形態の二段階 20 拡大転写法では、アライメントの回数は第一転写工程での拡大率 2 の二乗の 4 回と第二転写工程での拡大率 2 の二乗の 4 回を単純に加えただけの計 8 回で済むことになる。即ち、同じ転写倍率を意図する場合においては、 $(n + m)^2 = n^2 + 2nm + m^2$  であることから、必ず  $2nm$  回だけ転写回数を減らすことができるうことになる。したがって、製造工程も 25 回数分だけ時間や経費の節約となり、特に拡大率の大きい場合に有益となる。

なお、第13図、第14図に示した二段階拡大転写法においては、素子92を例えれば発光素子や液晶制御素子としているが、これに限定されず、他の素子例えば光電変換素子、圧電素子、薄膜トランジスタ素子、薄膜ダイオード素子、抵抗素子、スイッチング素子、微小磁気素子、微5 小光学素子から選ばれた素子もしくはその部分、これらの組み合わせなどであっても良い。

#### [間引き転写の他の例]

第15図は第14図Aと第14図Bとで示した間引き転写の他の一例を示す図である。間引き転写は転写元の基板と転写先の基板（部材）を10 対峙させて選択的に素子を転写することで行われるが、転写先の基板（部材）を大きなサイズとすることで、転写元の基板上にある素子の全部を転写先の基板（部材）に移動させることが可能である。

第15図は第一転写工程での拡大率3の場合の例を示しており、第一基板90cを単位とすると一時保持用部材91cは3の二乗の9倍の面積を有する。このため転写元の基板である第一基板90c上にある素子92の全部を転写するために、全部で9回の転写が行われる。第一基板90c上にマトリクス状に配される素子92を $3 \times 3$ のマトリクス単位毎に分けて、その中の1つの素子92が一時保持用部材91cに順次転写されて最終的に全体の素子92が転写される。

20 第15図の(a)は第一基板90c上の素子92の中 $3 \times 3$ のマトリクス単位ごとで第1番目の素子92が一時保持用部材91cに転写されるところを模式的に示しており、第15図Bは $3 \times 3$ のマトリクス単位ごとで第2番目の素子92が一時保持用部材91cに転写されるところを模式的に示している。第2番目の転写では、第一基板90cの一時保持用部材91cに対するアライメント位置が図中垂直方向にずれており、同様の間引き転写を繰り返すことで、素子92を離間させて配置するこ

とができる。また第15図Cは $3 \times 3$ のマトリクス単位ごとで第8番目の素子92が一時保持用部材91cに転写されるところを模式的に示しており、第15図Dは $3 \times 3$ のマトリクス単位ごとで第9番目の素子92が一時保持用部材91cに転写されるところを模式的に示している。

5 この $3 \times 3$ のマトリクス単位ごとで第9番目の素子92が転写された時点で、第一基板90cには素子92がなくなり、一時保持用部材91cにはマトリクス状に複数の素子92が離間された形式で保持されることになる。以降、第13図C、第13図D、第14図C、第14図Dの工程により、二段階拡大転写が実行される。

10 [樹脂形成チップ]

次に、第16図および第17図を参照して、一時保持用部材上で形成され、第二基板に転写される樹脂形成チップについて説明する。樹脂形成チップ100は、離間して配置されている素子101の周りを樹脂102で固めたものであり、このような樹脂形成チップ100は、一時保持用部材から第二基板に素子101を転写する場合に使用できるものである。

素子101は後述するような発光素子の例であるが、特に発光素子に限らず他の素子であっても良い。樹脂形成チップ100は略平板上でその主たる面が略正方形とされる。この樹脂形成チップ100の形状は20 樹脂102を固めて形成された形状であり、具体的には未硬化の樹脂を、各素子101を含むように全面に塗布し、これを硬化した後で縁の部分をダイシングなどで切断することで得られる形状である。略平板状の樹脂22の表面側と裏面側にはそれぞれ電極パッド103、104が形成される。これら電極パッド103、104の形成は全面に電極パッド103、104の材料となる金属層や多結晶シリコン層などの導電層を形成し、フォトリソグラフィー技術により所要の電極形状にパターンニン

グすることで形成される。これら電極パッド 103、104 は発光素子である素子 101 の p 電極と n 電極にそれぞれ接続するように形成されており、必要な場合には樹脂 102 にビアホールなどが形成される。

ここで電極パッド 103、104 は樹脂形成チップ 100 の表面側と裏面側にそれぞれ形成されているが、一方の面に両方の電極パッドを形成することも可能であり、例えば薄膜トランジスタの場合ではソース、ゲート、ドレインの 3 つの電極があるため、電極パッドを 3 つあるいはそれ以上形成しても良い。電極パッド 103、104 の位置が平板上ずれているのは、最終的な配線形成時に上側からコンタクトをとっても重ならないようにするためである。電極パッド 103、104 の形状も正方形に限定されず他の形状としても良い。

このような樹脂形成チップ 100 を構成することで、素子 101 の周りが樹脂 102 で被覆され平坦化によって精度良く電極パッド 103、104 を形成できるとともに素子 101 に比べて広い領域に電極パッド 103、104 を延在でき、次の第二転写工程での転写を吸着治具で進める場合には取り扱いが容易になる。後述するように、最終的な配線が続く第二転写工程の後に行われるため、比較的大き目のサイズの電極パッド 103、104 を利用した配線を行うことで、配線不良が未然に防止される。

## 20 [発光素子]

第 18 図にこの実施形態で使用される素子の一例としての発光素子の構造を示す。第 18 図 A が素子断面図であり、第 18 図 B が平面図である。この発光素子は G a N 系の発光ダイオードであり、たとえばサファイア基板上に結晶成長される素子である。このような G a N 系の発光ダイオードでは、基板を透過するレーザ照射によってレーザーアブレーションが生じ、G a N の窒素が気化する現象にともなってサファイア基板

とGaN系の成長層の間の界面で膜剥がれが生じ、素子分離を容易なものにできる特徴を有している。

まず、その構造については、GaN系半導体層からなる下地成長層111上に選択成長された六角錐形状のGaN層112が形成されている。  
5 なお、下地成長層111上には図示しない絶縁膜が存在し、六角錐形状のGaN層112はその絶縁膜を開口した部分にMOCVD法などによって形成される。このGaN層112は、成長時に使用されるサファイア基板の正面をC面とした場合にS面(1-101面)で覆われたピラミッド型の成長層であり、シリコンをドープさせた領域である。このGaN層112の傾斜したS面の部分はダブルヘテロ構造のクラッドとして機能する。GaN層112の傾斜したS面を覆うように活性層であるInGaN層113が形成されており、その外側にマグネシウムドープのGaN層114が形成される。このマグネシウムドープのGaN層114もクラッドとして機能する。

15 このような発光ダイオードには、p電極115とn電極116が形成されている。p電極115はマグネシウムドープのGaN層114上に形成されるNi/Pt/AuまたはNi(Pd)/Pt/Auなどの金属材料を蒸着して形成される。n電極116は前述の図示しない絶縁膜を開口した部分でTi/Al/Pt/Auなどの金属材料を蒸着して形成される。なお、第20図に示すように下地成長層111の裏面側からn電極取り出しを行う場合は、n電極116の形成は下地成長層111の表面側には不要となる。

25 このような構造のGaN系の発光ダイオードは、青色発光も可能な素子であって、特にレーザーアブレーションによって比較的簡単にサファイア基板から剥離することができ、レーザービームを選択的に照射することで選択的な剥離が実現される。なお、GaN系の発光ダイオードとし

ては、平板上や帯状に活性層が形成される構造であっても良く、上端部にC面が形成された角錐構造のものであっても良い。また、他の窒化物系発光素子や化合物半導体素子などであっても良い。

#### [発光素子の配列方法]

5 次に、第19図から第21図までを参照しながら、発光素子の配列方法について説明する。発光素子は第18図に示したGaN系の発光ダイオードを用いている。

先ず、第19図に示すように、第一基板121の主面上には複数の発光ダイオード122がマトリクス状に形成されている。発光ダイオード122の大きさは約 $20\mu m$ 程度とすることができます。第一基板121の構成材料としてはサファイア基板などのように光ダイオード122に照射するレーザの波長の透過率の高い材料が用いられる。発光ダイオード122にはp電極などまでは形成されているが最終的な配線は未だなされておらず、素子間分離の溝122gが形成されていて、個々の発光ダイオード122は分離できる状態にある。この溝122gの形成は例えば反応性イオンエッチングで行う。このような第一基板121を第19図に示すように一時保持用部材123に対峙させて選択的な転写を行う。

一時保持用部材123の第一基板121に対峙する面には剥離層124と接着剤層125が2層になって形成されている。ここで一時保持用部材121の例としては、ガラス基板、石英ガラス基板、プラスチック基板などを用いることができ、一時保持用部材121上の剥離層124の例としては、フッ素コート、シリコーン樹脂、水溶性接着剤（例えばPVA）、ポリイミドなどを用いることができる。また一時保持用部材123の接着剤層125としては紫外線（UV）硬化型接着剤、熱硬化性接着剤、熱可塑性接着剤のいずれかからなる層を用いることができる。

一例としては、一時保持用部材 123 として石英ガラス基板を用い、剥離層 124 としてポリイミド膜 4 μm を形成後、接着剤層 125 としての UV 硬化型接着剤を約 20 μm 厚で塗布する。

一時保持用部材 123 の接着剤層 125 は、硬化した領域 125s と未硬化領域 125y が混在するように調整され、未硬化領域 125y に選択転写にかかる発光ダイオード 122 が位置するように位置合わせされる。硬化した領域 125s と未硬化領域 125y が混在するような調整は、例えば UV 硬化型接着剤を露光機にて選択的に 200 μm ピッチで UV 露光し、発光ダイオード 122 を転写するところは未硬化でそれ以外は硬化させてある状態にすれば良い。このようなアライメントの後、その位置の発光ダイオード 122 をレーザにて第一基板 121 の裏面から照射して発光ダイオード 122 を第一基板 121 からレーザーアブレーションを利用して剥離する。GaN 系の発光ダイオード 122 はサファイアとの界面で金属の Ga と窒素に分解することから、比較的簡単に剥離できる。照射するレーザとしてはエキシマレーザ、高調波 YAG レーザなどが用いられる。

このレーザーアブレーションを利用した剥離によって、選択照射にかかる発光ダイオード 122 は GaN 層と第一基板 121 の界面で分離し、反対側の接着剤層 125 の未硬化領域 125y に発光ダイオード 122 の p 電極部分を突き刺すようにして転写される。他のレーザが照射されない領域の発光ダイオード 122 については、対応する接着剤層 125 の部分が硬化した領域 125s であり、レーザも照射されていないために一時保持用部材 123 側に転写されることはない。なお、第 19 図では 1 つの発光ダイオード 122 だけが選択的にレーザ照射されているが、n ピッチ分だけ離間した領域においても同様に発光ダイオード 122 はレーザ照射されているものとする。このような選択的な転写によっ

ては発光ダイオード 122 第一基板 121 上に配列されている時よりも離間して一時保持用部材 123 上に配列される。

次に、選択的な発光ダイオード 122 の第一基板 121 から一時保持用部材 123 への転写を行ったところで、第 20 図に示すように未硬化領域 125y の接着剤層 125 を硬化させて発光ダイオード 122 を固着させる。この硬化は熱や光などのエネルギーを加えることで可能である。発光ダイオード 122 は一時保持用部材 123 の接着剤層 125 に保持された状態で、発光ダイオード 122 の裏面が n 電極側（カソード電極側）になっていて、発光ダイオード 122 の裏面には樹脂（接着剤）がないように除去、洗浄されているため、電極パッド 126 を形成した場合では、電極パッド 126 は発光ダイオード 122 の裏面と電気的に接続される。

接着剤層 125 の洗浄の例としては酸素プラズマで接着剤用樹脂をエッティング、UV オゾン照射にて洗浄する。かつ、レーザにて GaN 系発光ダイオードをサファイア基板からなる第一基板 121 から剥離したときには、その剥離面に Ga が析出しているため、その Ga をエッティングすることが必要であり、NaOH 水溶液もしくは希硝酸で行うことになる。その後、電極パッド 126 をパターニングする。このときのカソード側の電極パッドは約 60 μm 角とすることができる。電極パッド 126 としては透明電極（ITO、ZnO 系など）もしくは Ti/A1/Pt/Au などの材料を用いる。透明電極の場合は発光ダイオードの裏面を大きく覆っても発光をさえぎることができないので、パターニング精度が粗く、大きな電極形成ができ、パターニングプロセスが容易になる。

第 21 図は一時保持用部材 123 から発光ダイオード 122 を第 2 の一時保持用部材 127 に転写して、アノード電極（p 電極）側のビアホール 130 を形成した後、アノード側電極パッド 129 を形成し、樹脂

からなる接着剤層 125 をダイシングした状態を示している。このダイシングの結果、素子分離溝 131 が形成され、発光ダイオード 122 は素子ごとに区分けされたものになる。素子分離溝 131 はマトリクス状の各発光ダイオード 122 を分離するため、平面パターンとしては縦横に延長された複数の平行線からなる。素子分離溝 131 の底部では第 2 の一時保持用部材 127 の表面が臨む。第 2 の一時保持用部材 127 上には剥離層 128 が形成される。この剥離層 128 は例えばフッ素コート、シリコーン樹脂、水溶性接着剤（例えば PVA）、ポリイミドなどを用いて作成することができる。第 2 の一時保持用部材 127 は、一例としてプラスチック基板に UV 粘着材が塗布してある、いわゆるダイシングシートであり、UV が照射されると粘着力が低下するものを利用できる。一時保持部材 127 の裏面からエキシマレーザを照射する。これにより、例えば剥離層 124 としてポリイミドを形成した場合では、ポリイミドと石英基板の界面でポリイミドのアブレーションにより剥離が発生して、各発光ダイオード 122 は第 2 の一時保持部材 127 側に転写される。

このプロセスの例として、第 2 の一時保持用部材 127 の表面を酸素プラズマで発光ダイオード 122 の表面が露出していくまでエッチングする。まずビアホール 130 の形成はエキシマレーザ、高調波 YAG レーザ、炭酸ガスレーザを用いることができる。このとき、ビアホールは約 3 ~ 7 μm の径を開けることになる。アノード側電極パッドは Ni / Pt / Au などで形成する。ダイシングプロセスは通常のブレードを用いたダイシング、20 μm 以下の幅の狭い切り込みが必要なときには上記レーザを用いたレーザによる加工を行う。その切り込み幅は画像表示装置の画素内の樹脂からなる接着剤層 125 で覆われた発光ダイオード 122 の大きさに依存する。一例として、エキシマレーザにて幅約 40

$\mu\text{m}$ の溝加工を行い、チップの形状を形成する。

次に、機械的手段を用いて発光ダイオード122が第2の一時保持用部材127から剥離される。第22図は、第2の一時保持用部材127上に配列している発光ダイオード122を吸着装置133でピックアップするところを示した図である。このときの吸着孔135は画像表示装置の画素ピッチにマトリクス状に開口していて、発光ダイオード122を多数個、一括で吸着できるようになっている。このときの開口径は、例えば約 $\phi 100 \mu\text{m}$ で $600 \mu\text{m}$ ピッチのマトリクス状に開口されて、一括で約300個を吸着できる。このときの吸着孔135の部材は例えば、Ni電鋳により作製したもの、もしくはSUSなどの金属板132をエッティングで穴加工したものが使用され、金属板132の吸着孔135の奥には、吸着チャンバ134が形成されており、この吸着チャンバ134を負圧に制御することで発光ダイオード122の吸着が可能になる。発光ダイオード122はこの段階で樹脂からなる接着剤層125で覆われており、その上面は略平坦化されており、このために吸着装置133による選択的な吸着を容易に進めることができる。

第23図は発光ダイオード122を第二基板140に転写するところを示した図である。第二基板140に装着する際に第二基板140にあらかじめ接着剤層136が塗布されており、その発光ダイオード122下面の接着剤層136を硬化させ、発光ダイオード122を第二基板140に固着して配列させることができる。この装着時には、吸着装置133の吸着チャンバ134が圧力の高い状態となり、吸着装置133と発光ダイオード122との吸着による結合状態は解放される。接着剤層136はUV硬化型接着剤、熱硬化性接着剤、熱可塑性接着剤などによって構成することができる。発光ダイオード122が配置される位置は、一時保持用部材123、127上での配列よりも離間したものとなる。

そのとき接着剤層 136 の樹脂を硬化させるエネルギーは第二基板 140 の裏面から供給される。UV 硬化型接着剤の場合は UV 照射装置にて、熱硬化性接着剤の場合はレーザにて発光ダイオード 122 の下面のみ硬化させ、熱可塑性接着剤場合は、同様にレーザ照射にて接着剤を溶融させ接着を行う。  
5

また、第二基板 140 上にシャドウマスクとしても機能する電極層 137 を配設し、特に電極層 137 の画面側の表面すなわち当該画像表示装置を見る人がいる側の面に黒クロム層 138 を形成する。このようにすることで画像のコントラストを向上させることができるとともに、黒クロム層 138 でのエネルギー吸収率を高くして、選択的に照射されるビーム 153 によって接着剤層 136 が早く硬化するようにすることができる。この転写時の UV 照射としては、UV 硬化型接着剤の場合は約 1000 mJ / cm<sup>2</sup> を照射する。

第 24 図は RGB の 3 色の発光ダイオード 122、141、142 を第二基板 140 に配列させ絶縁層 139 を塗布した状態を示す図である。第 22 図および第 23 図で用いた吸着装置 133 をそのまま使用して、第二基板 140 にマウントする位置をその色の位置にずらすだけでマウントすると、画素としてのピッチは一定のまま 3 色からなる画素を形成できる。絶縁層 139 としては透明エポキシ接着剤、UV 硬化型接着剤、ポリイミドなどを用いることができる。3 色の発光ダイオード 122、141、142 は必ずしも同じ形状でなくても良い。第 24 図では赤色の発光ダイオード 141 が六角錐の GaN 層を有しない構造とされ、他の発光ダイオード 122、142 とその形状が異なっているが、この段階では各発光ダイオード 122、141、142 は既に樹脂形成チップとして樹脂からなる接着剤層 125 で覆われており、素子構造の違いにもかかわらず同一の取り扱いが実現される。  
10  
15  
20  
25

第25図は配線形成工程を示す図である。絶縁層139に開口部145、146、147、148、149、150を形成し、発光ダイオード122、141、142のアノード、カソードの電極パッドと第二基板140の配線用の電極層137を接続する配線143、144、151を形成した図である。このときに形成する開口部すなわちビアホールは発光ダイオード122、141、142の電極パッド126、129の面積を大きくしているのでビアホール形状は大きく、ビアホールの位置精度も各発光ダイオードに直接形成するビアホールに比べて粗い精度で形成できる。このときのビアホールは約 $60\mu m$ 角の電極パッド126、129に対し、約 $\phi 20\mu m$ のものを形成できる。また、ビアホールの深さは配線基板と接続するもの、アノード電極と接続するもの、カソード電極と接続するものの3種類の深さがあるのでレーザのパルス数で制御し、最適な深さを開口する。その後、保護層を配線上に形成し、画像表示装置のパネルは完成する。このときの保護層は第25図の絶縁層139と透明エポキシ接着剤などの同様の材料が使用できる。この保護層は加熱硬化し配線を完全に覆う。この後、パネル端部の配線からドライバーICを接続して駆動パネルを製作することになる。

上述のような発光素子の配列方法においては、一時保持用部材123に発光ダイオード122を保持させた時点で既に、素子間の距離が大きくなされ、その広がった間隔を利用して比較的サイズの電極パッド126、129などを設けることが可能となる。それら比較的サイズの大きな電極パッド126、129を利用した配線が行われるために、素子サイズに比較して最終的な装置のサイズが著しく大きな場合であっても容易に配線を形成できる。また、この実施形態の発光素子の配列方法では、発光素子の周囲が硬化した接着剤層125で被覆され平坦化によって精度良く電極パッド126、129を形成できるとともに素子に比べて広い

領域に電極パッド 126, 129を延在でき、次の第二転写工程での転写を吸着治具で進める場合には取り扱いが容易になる。また、発光ダイオード 122の一時保持用部材 123への転写には、GaN系材料がサファイアとの界面で金属の Ga と窒素に分解することを利用して、比較的簡単に剥離できる。

#### [液晶制御素子の配列方法]

次に、第 26 図から第 31 図までを参照しながら、液晶制御素子の配列方法について説明する。液晶制御素子とは、この実施形態において具体的には、最終製品として液晶パネルを形成した際に液晶の配向状態を 10 制御する薄膜トランジスタである。

先ず第 26 図に示すように、石英ガラス基板などの第一基板 161 上にアモルファスシリコン膜 162 が形成される。このアモルファスシリコン膜 162 は後の工程で犠牲となる剥離膜である。このアモルファスシリコン膜 162 上には下地絶縁膜としてシリコン酸化膜 163 が形成 15 され、その上に薄膜トランジスタ 164 がマトリクス状に密に形成される。薄膜トランジスタ 164 はポリシリコン膜上にゲート酸化膜、ゲート電極を形成して、ポリシリコン膜にソース・ドレイン領域を形成したものである。これら薄膜トランジスタ 164 は素子分離されており、例えは反応性イオンエッチングなどの方法によって素子分離用の溝がアモ 20 ルファスシリコン膜 162 の一部を露出する程度に形成される。

次に第 27 図に示すように、このような第一基板 161 を一時保持用部材 165 に対峙させて選択的な転写を行う。一時保持用部材 165 の第一基板 161 に対峙する面には剥離層 166 と接着剤層 167 が 2 層になって形成されている。ここで一時保持用部材 165 の例としては、 25 ガラス基板、石英ガラス基板、プラスチック基板などを用いることができ、一時保持用部材 165 上の剥離層 166 の例としては、フッ素コ一

ト、シリコーン樹脂、水溶性接着剤（例えばPVA）、ポリイミドなどを用いることができる。また一時保持用部材165の接着剤層167としては紫外線（UV）硬化型接着剤、熱硬化性接着剤、熱可塑性接着剤のいずれかからなる層を用いることができる。

5 一時保持用部材165の接着剤層167は、硬化した領域167sと未硬化領域167yが混在するように調整され、未硬化領域167yに選択転写にかかる薄膜トランジスタ164が位置するように位置合わせされる。硬化した領域167sと未硬化領域167yが混在するような調整は、例えばUV硬化型接着剤を露光機にて選択的に露光し、薄膜ト  
10 ランジスタ164を転写するところは未硬化でそれ以外は硬化させてある状態にすれば良い。このようなアライメントの後、その位置の薄膜トランジスタ164をレーザにて第一基板161の裏面から照射して薄膜トランジスタ164を第一基板161からレーザーアブレーションを利用して剥離する。照射するレーザとしてはエキシマレーザ、高調波YA  
15 Gレーザなどが用いられる。

このレーザーアブレーションを利用した剥離によって、選択照射にかかる薄膜トランジスタ164は反対側の接着剤層167の未硬化領域167yに転写される。他のレーザが照射されない領域の薄膜トランジスタ164については、対応する接着剤層167の部分が硬化した領域167sであり、レーザも照射されていないために一時保持用部材165側に転写されることはない。なお、第27図では1つの薄膜トランジスタ164だけが選択的にレーザ照射されているが、nピッチ分だけ離間した領域においても同様に薄膜トランジスタ164はレーザ照射されて転写されているものとする。このような選択的な転写によって薄膜トランジスタ164は第一基板161上に配列されている時よりも離間して一時保持用部材165上に配列される。

次に、選択的な薄膜トランジスタ 164 の第一基板 161 から一時保持用部材 165 への転写を行ったところで、第 28 図に示すように未硬化領域 167y の接着剤層 167 を硬化させてを固着させる。この硬化は熱や光などのエネルギーを加えることで可能である。薄膜トランジスタ 164 は一時保持用部材 165 の接着剤層 167 に保持された状態で、確実に保持される。

第 29 図に示すように、次に一時保持用部材 165 から第 2 の一時保持用部材 168 に薄膜トランジスタ 164 を転写する。第 2 の一時保持用部材 168 は薄膜トランジスタ 164 の薄膜半導体層側を第二基板上 10 に載せるために使用され、特に薄膜トランジスタ 164 の表裏が問題とならない場合には、第 2 の一時保持用部材 168 は使用しなくとも良い。一時保持用部材 165 から第 2 の一時保持用部材 168 に転写される場合には、個々の薄膜トランジスタ 164 で分離できるように、分離溝 167g が形成される。分離溝 167g の底部は剥離層 166 まで至って 15 いる。または、分離溝 167g は剥離層 166 も分離する。

この剥離層 166 で剥離させることで、一時保持用部材 165 から第 2 の一時保持用部材 168 に薄膜トランジスタ 164 を転写し（第 30 図）、続いて、図示しない吸着手段によって第二基板上に離間しながら転写する（第二転写工程）。この工程は前述の発光素子の配列方法における第 22 図によって示す工程と同様である。

最後に、第 31 図に示すように、ガラス基板や透明プラスチック基板などの第二基板 176 上に、薄膜トランジスタ 164 を離間して形成し、ゲート電極線とソース電極、ドレイン電極を形成して、薄膜トランジスタ 164 のソース、ドレインと接続する。その上に透明電極膜 172、25 配向膜 173 を形成し、反対側には対向基板 169 とその表面に透明電極膜 175、配向膜 174 を形成したものを対峙させ、液晶を封入して

液晶パネルを作成する。第二基板 176 上の薄膜トランジスタ 164 は液晶の制御素子として機能する。第二基板 176 上で薄膜トランジスタ 164 は二段階の拡大転写によって十分に離間されており、第一転写工程と第二転写工程のそれぞれで離間した転写が行われる。この実施形態 5 の二段階拡大転写法では、同じ転写倍率を意図する場合においては、第一転写工程と第二転写工程の拡大率を n 倍、m 倍とすると、1 回でそれだけ拡大する場合に比べて、 $(n+m)^2 = n^2 + 2nm + m^2$  であることから、必ず  $2nm$  回だけ転写回数を減らすことができるうことになる。したがって、製造工程も回数分だけ時間や経費の節約となり、特に拡大率 10 の大きい場合に有益となる。

ところで、発光ダイオードなどの発光素子をマトリクス状に配列して素子を構成した画像表示装置を製造する場合、配線用基板上に個々の発光素子を実装して製造する装置がいくつか知られている。

第 32 図は発光ダイオードの実装形態として、特許第 2895566 号の明細書および図面に開示される発光ダイオードである。この素子は同一面側に正負一対の電極部を有するいわゆるフリップチップ方式の発光ダイオードの例であり、リードフレーム 200 は間隔を隔てて並列に配設された正負一対の電極を形成するリード部材 201、206 により構成されている。両リード部材 201、206 にはそれらの先端部 202、207 に発光チップ 190 を載置する平坦部 203、208 が形成されている。また、平坦部 203、208 に続く側周面にはそれら平坦部 203、208 から外側に傾斜して反射部 204、209 が一体的に形成されている。GaN 青色発光チップである発光チップ 190 の各電極部分ははんだバンプ 205 を介して負極となるリード部材 201 より正極となるリード部材 206 にそれぞれ接合されている。

第 33 図は特開平 9-293904 号公報において説明されるチップ

タイプLED（発光ダイオード）の例を示す。これは導電層を形成した絶縁性のセラミックス支持部材211の上にLED素子213を載置し、LED素子213の電極214と電極端子212をワイヤー215でワイヤーボンディングし、キャビティ内に封止樹脂216を満たして固化した構造を有する。

第34図は同じく特開平9-293904号公報に開示されるチップタイプLEDの例である。セラミックスの支持部材221に一対の電極端子222が形成されており、LED素子223の表面の一対の電極224は導電性のろう材225によりフリップチップ接続されている。LED素子223はセラミックス支持部材と強固に接着させるためにLED素子と支持体の隙間に封止樹脂226が注入されている。

しかしながら、このような発光ダイオードをマトリクス状に配列して画像表示装置を製造する場合、発光ダイオードを個別にパッケージに収納してから、平面型画像表示装置などへの組み立てのためにアレイ状に複数の発光ダイオードを並べて実装する必要が生じている。LEDチップはウエハの状態から個々のチップ毎にダイシングされ、それぞれパッケージに封止されるために、1個のLEDチップはベアチップの状態でサブミリ角の大きさであり、パッケージに収納した状態では数ミリ程度のサイズがある。その結果、一画素の大きさも大きくなつて解像度が低下してしまい、高精細で小型の画像表示装置は容易には組み立てられないものとされていた。また、発光ダイオードがGaN系の窒化物半導体である場合、通常サファイア基板上に発光ダイオードを形成するため、パッケージはサファイア基板の厚みよりも厚い厚みになっていた。

そこで、高精細な画像表示を可能とし、しかも短時間で製造できかつ25 製造プロセス上のコストも削減可能である発光素子の実装方法について説明する。

### 例 1

第35図は、発光素子の実装方法を工夫した画像表示装置の一例を示す要部断面図である。本例の画像表示装置は、第35図に示すようにフルカラー対応のカラー画像表示装置231であり、個々の発光素子として赤、緑、青のそれぞれの発光が可能な発光ダイオードをマトリクス状に配列したものである。

本例の画像表示装置231においては、ガラス基板もしくはプラスチック基板からなる配線用基板240の基板正面241には、あらかじめ所要の配線パターンを有して形成された配線層247、248が形成されている。ここで配線層248はp電極に信号を供給するための配線であり、配線層247はn電極に信号を供給するための配線である。これら配線層247、248の一方は共通化することもできる。

配線層248上には、結晶成長時の状態とは倒置して配設された結晶成長層243がp電極244を介して配されている。結晶成長層243は後述するように、選択成長によってマスク層の窓部を介し、倒置されて上側に位置してなる下地成長層245から成長した層である。この結晶成長層243はウルツ鉱型の結晶構造を有する窒化物半導体材料であるシリコンドープのGaN層を材料とし、その傾斜した側面がS面（1-101面）で覆われた六角錐形状を呈する。また、第35図は断面図であるため、結晶成長層243の断面は倒置した略正三角形形状となる。

この結晶成長層243には活性層をn型半導体層とp型半導体層で挟んだ発光領域が形成される。活性層は倒置した六角錐形状の最外郭近くに形成される。本例では、隣接する発光素子の活性層のバンドギャップエネルギーは異なっていて、それぞれ赤色、緑色、青色のいずれかの発光色に対応したものとなっているが、その他の構造や寸法はほぼ同一である。

六角錐形状の結晶成長層 243 は結晶成長時の向きと比べて基板主面の法線方向において上下逆となるように配線用基板 240 上に実装される。したがって、六角錐形状の底面がちょうど上面となり、上面が光の取り出し側となる。詳しくは、六角錐形状の結晶成長層 243 は結晶成長時に用いられる図示しないマスク層の窓部を介して下地成長層 245 とつながっており、そのマスク層の窓部がそのまま光の取り出し口となる。

下地成長層 245 は選択成長の種層として機能するが、マスク層の窓部を介して結晶成長層 243 とも接続して下地成長層 245 の平坦な上面は光取り出し面 250 としても利用される。さらに下地成長層 245 は n 電極側の配線の一部としても機能し金属層からなる n 電極 249 と結晶成長層 243 の間の電流経路となる。n 電極 249 は発光素子の倒置によって下地成長層 245 の下部に位置するが、結晶成長層 243 が n 電極 249 よりは大きく成長した層であることから、n 電極 249 の下部のバンプ 246 を形成して、結晶成長層 243 と高さを合わせるようにしている。バンプ 246 はメッキ工程などをを利用して形成される接続部であり、電解もしくは無電解により Cu、Ni などのバンプを約 1.0 μm の高さで形成したものであり、その表面は酸化防止のために約 0.1 μm の Au メッキが施されている。バンプ 246 の下部は実装時に基板主面 241 上に配設された配線層 247 に接続する。

バンプ 246 の周囲や配線層 247、248 の周囲、さらには結晶成長層 243 の周囲には素子の機能の上では空隙部が形成されるが、その空隙部は本例の画像表示装置では熱硬化接着剤や紫外線硬化型接着剤などの接着剤からなる接着剤層 242 で充填される。

第 36 図は、本例の画像表示装置に実装される個々の発光ダイオードを示す図であり、第 36 図 A が素子の断面図であり、第 36 図 B が素子

の上面図である。第35図に示した画像表示装置では複数の配列される発光ダイオードがそれぞれ倒置されて実装されるため、第36図のものとは基板正面の法線方向において上下逆となる。

ここで第36図に示す発光ダイオードについて説明すると、配線用基板240とは異なる例えばサファイア基板などの成長用基板を用い、好みしくは下地成長層245上に六角錐形状または六角台形形状の結晶成長層243を形成するのに選択成長法が用いられる。結晶成長層243を選択成長によって形成する場合、容易に結晶成長層243は基板正面に対して傾斜した例えばS面などの傾斜結晶面を有した構造を呈する。  
特にS面はC+面の上に選択成長した際に見られる安定面であり、比較的得やすい面であって六方晶系の面指数では(1, -1, 0, 1)面である。このS面について、窒化ガリウム系化合物半導体で結晶層を構成した場合には、S面でのボンド数は最も多いものとなる。したがって、実効的にV/I<sub>II</sub>I比が上昇することになり、積層構造の結晶性の向上に有利である。また、基板と異なる方位に成長すると基板から上に伸びた転位が曲がることもあり、欠陥の低減にも有利となる。

ここで結晶成長層243は、第1導電型層、活性層251、および第2導電型層252からなる発光領域を形成可能な材料層であれば良く、特に限定されるものではないが、その中でもウルツ鉱型の結晶構造を有することが好ましい。このような結晶層としては、例えばI<sub>II</sub>I族系化合物半導体やBeMgZnCdS系化合物半導体、BeMgZnCdO系化合物半導体を用いることができ、更には窒化ガリウム(GaN)系化合物半導体、窒化アルミニウム(AlN)系化合物半導体、窒化インジウム(InN)系化合物半導体、窒化インジウムガリウム(InGaN)系化合物半導体、窒化アルミニウムガリウム(AlGaN)系化合物半導体を好みしくは形成することができ、特に窒化ガリウム系化合物

半導体などの窒化物半導体が好ましい。なお、この発明において、InGaN、AlGaN、GaNなどは必ずしも、3元混晶のみ、2元混晶のみの窒化物半導体を指すのではなく、例えばInGaNでは、InGaNの作用を変化させない範囲での微量のAl、その他の不純物を含んでいても、この発明の範囲であることは言うまでもない。

この結晶層の選択成長方法としては、種々の気相成長法を挙げることができ、例えば有機金属化合物気相成長法（MOCVD（MOVPE）法）や分子線エピタキシー法（MBE法）などの気相成長法や、ハイドライド気相成長法（HYPE法）などを用いることができる。その中で10もMOCVD法によると、迅速に結晶性の良いものが得られる。MOCVD法では、GaソースとしてTMG（トリメチルガリウム）、TEG（トリエチルガリウム）、AlソースとしてはTMA（トリメチルアルミニウム）、TEA（トリエチルアルミニウム）、Inソースとしては、TMI（トリメチルインジウム）、TEI（トリエチルインジウム）など15のトリアルキル金属化合物が多く使用され、窒素源としてはアンモニア、ヒドラジンなどのガスが使用される。また、不純物ソースとしてはSiであればシランガス、Geであればゲルマンガス、MgであればCp2Mg（シクロペンタジエニルマグネシウム）、ZnであればDEZ（ジエチルジンク）などのガスが使用される。MOCVD法では、これらのガスを例えば600°C以上に加熱された基板の表面に供給して、ガスを分解することにより、InAlGaN系化合物半導体をエピタキシャル成長させることができる。

具体的な選択成長法としては、下地成長層245の上に薄いマスク層を形成し、そのマスク層を選択的に開口して窓領域を形成することでも、25選択成長が可能である。マスク層は例えば酸化シリコン層あるいは窒化シリコン層によって構成することができる。窓領域はマスク層に形成さ

れる開口部であり、例えば六角形とすることができますが、他の形状、たとえば円形状、正方形形状、三角形状、矩形状、菱形、橢円形状およびこれらの変形形状などの種種の形状にすることができる。マスク層の窓領域からの選択成長では、横方向に結晶成長が進むことから、貫通転位を抑える利点も生ずる。

この発明の画像表示装置に用いられる発光ダイオードにおいては、活性層 251 は傾斜した結晶面に平行な面内に延在されかつ第 1 導電層と第 2 導電層 252 に挟まれた構造とされる。活性層 252 は結晶成長層 243 に形成されるが、結晶成長層 243 に形成されるとは、結晶成長層 243 に対して半導体層を積層する場合と、結晶成長層の内部や表面の形成する場合の両方を含む。

第 1 導電型は p 型または n 型のクラッド層であり、第 2 導電型はその反対の導電型である。例えば結晶成長層をシリコンドープの窒化ガリウム系化合物半導体層によって構成した場合には、n 型クラッド層をシリコンドープの窒化ガリウム系化合物半導体層によって構成し、その上に InGaN 層を活性層 251 として形成し、さらにその上に p 型クラッド層としてマグネシウムドープの窒化ガリウム系化合物半導体層を形成してダブルヘテロ構造をとることができる。活性層 251 である InGaN 層を AlGaN 層で挟む構造とすることも可能である。また、活性層 251 は単一のバルク活性層で構成することも可能であるが、単一量子井戸 (SQW) 構造、二重量子井戸 (DQW) 構造、多重量子井戸 (MQW) 構造などの量子井戸構造を形成したものであっても良い。量子井戸構造には必要に応じて量子井戸の分離のために障壁層が併用される。活性層 251 を InGaN 層とした場合には、特に製造工程上も製造し易い構造となり、素子の発光特性を良くすることができる。さらにこの InGaN 層は、窒素原子の脱離しにくい構造である S 面の上で

成長では特に結晶化しやすくしかも結晶性も良くなり、発光効率を上げることが出来る。

結晶成長層 243 上に形成される p 電極 244 は活性層 251 に電流を注入するための電極であるが、本例においては、傾斜した結晶面を有する傾斜結晶面の表面に被着されて、最終的には発光ダイオード素子自身が倒置されることから、p 電極 244 は上向きに開いた反射膜としても機能し、発光ダイオード素子自体が倒置される構造から光取り出し効率の向上を図ることができる。

本例の画像表示装置においては、各発光ダイオード素子が結晶成長時 10 とは倒置されて配線用基板 240 上に配設される。この時、平坦な下地成長層 245 の上面が結晶成長層 243 の活性層 251 からの光の光取り出し面 250 として機能し、p 電極 244 の反射膜としての機能も手伝って光取り出し効率を高くすることができる。結晶成長層 243 は選択成長による六角錐形状を有するが、n 電極 249 側にはバンプ 246 15 が配設されており、発生した光の光取り出し面 250 として機能する各素子毎の下地成長層 245 をほぼ面一にすなわち水平に同じ高さに保つことができ、さらに接着剤 242 で周囲を固めることで結晶成長層 243 などが傾いてしまうような問題も未然に防止できる。

各発光ダイオード素子は素子完成後に実装されるため、たとえば欠陥 20 のある素子を実装しないようにすることで、画像表示装置の全体に歩留まりは向上する。また、バンプ 246 によって素子は正負一対の電極が配線用基板 240 側に集められた構造になり、電極が光取り出しのための面積を減ずることもない。この点から本例の画像表示装置は高精細なカラー表示が可能であり、製造プロセス上も選択成長の利点を巧妙に取り込んだものとなっている。

なお、本例の画像表示装置において、n 電極 249 やバンプ 246 な

どは隣接するダイオード間で共通としても良く、また、下地成長層 245 は隣接する素子間で共通とした、分離されていない構造であっても良い。また、本例では、画像表示装置はカラー表示であるとしたが、2色表示の装置や、RGB以外の発光色の組み合わせにかかる画像表示装置 5 であっても良い。また、各ダイオードを駆動するための選択トランジスタなどを配線用基板 240 上に配することも可能である。

また、本例において素子は、発光素子として説明したが、これに限定されずに、基板上に倒置される素子はトランジスタやその他の半導体素子であっても良く、このような素子を配した素子実装基板を構成し、後 10 の工程で画像表示装置やその他の半導体装置を完成させても良い。

#### 例 2

本例は、例 1 の画像表示装置の異なる構造の発光ダイオードを用いた構造の装置である。本例の画像表示装置は、第 37 図に示すように、配線用基板 260 の基板正面 261 上に配線層 268、269 が形成され、それら配線層 268、269 上にはそれぞれバンプ 266、267 が形成され、バンプ 266、267 の上側には p 電極 264、n 電極 265 を介して結晶成長層 263 が接続されている。結晶成長層 263 は略平板状であり、図示しない活性層が延在されており、p 電極 264、n 電極 265 を、活性層を挟む第 1 導電層、第 2 導電層に電気的に接続する 20 ように形成した後、倒置され、結晶成長層 263 の下面に位置する p 電極 264、n 電極 265 がバンプ 266、267 の上部に接続する。バンプ 266、267 の周囲は例 1 と同様に熱硬化接着剤や紫外線硬化型接着剤などの接着剤からなる接着剤層 262 で充填されている。

本例の画像表示装置においては、p 電極 264、n 電極 265 がバンプ 266、267 に接続され、光を発生させる結晶成長層 263 を水平に同じ高さに保つことができ、さらに接着剤層 262 で周囲を固めるこ

とで結晶成長層 263 などが傾いてしまうような問題も未然に防止できる。また、各発光ダイオード素子は素子完成後に実装されるため、たとえば欠陥のある素子を実装しないようにすることで、画像表示装置の全体に歩留まりは向上する。また、バンプ 266、267 によって素子は 5 正負一対の電極が配線用基板 260 側に集められた構造になり、電極が光取り出しのための面積を減ずることもない。この点からこの実施例の画像表示装置は高精細なカラー表示が可能である。

### 例 3

本例は例1の画像表示装置の製造方法の例であり、第38図ないし第 10 46図を参照しながらその工程順に説明する。

第38図に示すように、C面を正面とするサファイア基板からなる成長用基板 270 が使用され、その成長用基板 270 上に低温と高温のバッファ層などからなる下地成長層 271 が形成され、その下地成長層 271 を覆ってシリコン酸化膜または窒化膜からなるマスク層が形成され、 15 そのマスク層には結晶成長させる領域に対応して窓領域が形成される。

次に、窓領域からの選択成長による結晶成長から側面が傾斜したS面で覆われた六角錐形状の結晶成長層 272 が得られ、この結晶成長層 272 に図示しない第1導電層、活性層、および第2導電層が形成され、さらに、p電極 273 が例えばNi/Pt/Auなどの多層金属膜によつて構成され、n電極 274 が例えばTi/Al/Pt/Auなどの多層金属膜によつてマスク層を開口した部分に形成される。p電極 273 は 20 例えば蒸着によって形成されるが、他方のn電極 274 はリフトオフなどの手法を用いて形成される。

このようにp電極 273 とn電極 274 を形成した後、成長用基板 270 上の下地成長層 271 は素子毎に分離される。この素子毎の分離には例えば反応性イオンエッチングが用いられる。各素子のチップサイズ

について、例示すると、素子自体は例えば $20\text{ }\mu\text{m}$ 角程度のサイズであるが、チップのピッチは約 $25\text{ }\mu\text{m}$ 程度となる。

次に、成長用基板270の全面にレジスト層275を形成し、この時のレジスト層275の厚みをp電極273の頂点部分の高さと同程度とする。次いでレジスト層275の上記n電極274に対応した領域を開口し、第39図に示すように開口部276を当該レジスト層275に形成して底部に上記n電極274を臨ませる。

レジスト層275の開口部276に、バンプ277を、メッキ工程などを利用して形成する。すなわち、このバンプ277はメッキ工程などをを利用して形成される接続部であり、電解もしくは無電解によりCu、Niなどのバンプを約 $10\text{ }\mu\text{m}$ の高さで形成したものであり、その表面は酸化防止のために約 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ のAuメッキが施されている。メッキバンプ277の形成後、第40図に示すように、レジスト層275が除去される。

レジスト層275の除去後、第41図に示すように、例えばガラス基板などによって構成される転写用基板280上に転写材278が塗布されたものを用意し、先のバンプ277を形成した成長用基板270を転写用基板280に対向させる。ここで転写材278は粘着材などであり、次に照射されるレーザ光の波長に対して吸収の低い材料が好ましい。これはレーザ光によるアブレーションが低く、分離した発光素子の位置精度が良好となるからである。成長用基板270と転写用基板280の正面同士を対向させたところで、成長用基板270の裏面すなわち発光素子の裏面からKrFエキシマレーザあるいは三倍波YAGレーザなどのレーザ光を照射する。このレーザ光の照射によって下地成長層271と成長用基板270の界面には、窒素が発生し、発光ダイオードは素子ごと分離される。

このレーザ光の照射によって分離された各発光ダイオードは、第42図に示すように、転写材278に埋められながら転写用基板280に一時的に保持される。このとき、ちょうど、成長用基板270が剥がれた面である下地成長層271の上面には、Ga層281が付着している。

5 この下地成長層271の上面は光取出し面となることから、Ga層281を除去する必要があり、エッチングなどが施される。このエッチングはアルカリ系、もしくは酸系にいずれでも良いが、転写材278の密着強度が低下することのないようにエッチング液が選定される。

画像表示装置はRGBの単色の発光素子を規則的に配列させて構成されることから、第43図に示すように、配線用基板の電極ピッチに合わせて、選択的に転写用基板280から発光素子を取り出す。これは転写用基板280の基板上に保持された発光ダイオードは同一で単色の発光波長を有するとの前提によるものであり、異なる発光波長の素子を実装するためには、たとえば複数枚の転写用基板280が使用される。本例では、選択的な発光素子の取り出しのために、吸着ヘッド282が使用される。吸着ヘッド282の先端部284には、吸引孔283が形成され、先端部284にピッチは配線用基板の電極ピッチに沿ったものとなっている。吸着ヘッド282の先端部284は吸引孔283の周囲で平坦とされ、その平坦な部分に発光素子の光取出し面となる下地成長層271の上面が吸着される。この吸着作業は、個々の素子毎に行うこと也可能であるが、本例のように、配線用基板の電極ピッチに合わせて複数の発光素子を同時に吸着させるようにすることもでき、本例を利用することで製造プロセスを簡略化して製造コストを低減できる。

配線用基板の電極ピッチに合致した複数の発光素子は、第44図に示すように、配線用基板290のところまで運ばれ、該配線用基板290の正面に垂直な方向から基板正面に対して各素子が接着される。配線用

基板 290 の正面にはあらかじめ配線層 291、292 が形成されており、吸着ヘッド 282 が各素子を配線用基板 290 の正面に圧着した後、開放すると各発光素子は配線用基板 290 に仮接着される。配線用基板 290 の正面には接着剤 293 が塗布されており、各素子を配線用基板 5 290 の正面で保持するのに寄与する。ここで接着剤 293 は例えば熱硬化型接着剤や紫外線硬化型接着剤である。

このような配線用基板 290 の正面への搬送を 3 原色の各素子について行うと、第 45 図に示す状態となる。この時点で隣接する素子は発光する光に波長は異なるものとされる。各素子はバンプ 277 を用いて基板正面に対して水平に維持されたまま確実に実装される。  
10

次に、加圧ヘッド 295 を各素子の光取り出し側である下地成長層 271 の上面から押し付け、接着剤 293 を硬化させる。接着剤 293 が熱硬化型接着剤の場合には、加圧ヘッド 295 としてパルスヒートで加熱する加熱加圧ヘッドとすることができる、紫外線硬化型接着剤の場合には加圧しながら配線用基板 290 の裏面側から紫外線を照射することが望ましい。または、加圧ヘッド 295 をガラスや石英ガラスなどの光透過材料で構成し、上側から紫外線を照射するようにすることもできる。  
15

本例の画像表示装置の製造方法においては、配線用基板 290 の電極ピッチに合わせた複数の発光素子が一括して配線用基板 290 の正面に実装されるため、その製造コストを低減できるとともに短時間での製造が可能である。また、各素子はバンプ 277 を用いて確実に水平に実装され、傾いたりすることもなく、またアライメントのためのマージンも小さくて良くなることから、高精度に発光素子を配列することができ、また、バンプ 277 を用いて確実な電気配線や、光取り出し効率の最大化も図ることができる。  
20  
25

また、転写用基板 280 に保持されている状態で、発光素子の検査を

行うことができ、不良な素子を早期に除去して歩留まりを改善できる。また、Ga層の除去を配線用基板290への実装前に行うことができ、エッチングで配線用基板290を損傷するような問題も回避できる。

#### 例4

5 本例は、第47図および第48図に示すように、配線用基板の電極ピッチに合わせて発光素子を形成し、直接配線用基板に実装する例である。

第47図に示すように、成長用基板305上には配線用基板の電極ピッチに合わせて発光素子が形成されている。発光素子は前述の実施例と同様に下地成長層311上に六角錐状の結晶成長層312が形成され、  
10 結晶成長層312上にはp電極313が下地成長層311上には更にn電極314が形成され、p電極313と高さを同程度とするためのバンプ315が形成されている。成長用基板305上には複数の発光素子が形成され、その間隔が配線用基板301の電極層303、302のピッチに対応したものとなっている。

15 発光素子が形成された成長用基板305を配線用基板301と対向させ、成長用基板305の裏面からKrFエキシマレーザあるいは三倍波YAGレーザなどのレーザ光を照射することで、下地成長層311と成長用基板305の界面には、窒素が発生し、発光素子は素子ごと分離され、配線用基板301に保持される。

20 第48図は発光素子が配線用基板301に保持された状態を示しており、以後、他の波長の発光素子についても実装を行い、接着剤307を硬化させることで画像表示装置が完成する。このときGa層316が下地成長層311の上面に形成されていることから、接着剤層307が紫外線硬化型の場合では、配線用基板301の裏面側から紫外線を照射する。  
25 接着剤層307が熱硬化型の場合では、例3と同じ条件での硬化工程で良い。接着剤層307が硬化した後でGa層316を除去すること

で、配線用基板 301 へのダメージを著しく低減できる。

#### 例 5

本例は、第 49 図に示すように、配線用基板の電極ピッチに合わせて選択的にレーザ光を照射して、発光素子を直接配線用基板に実装する例 5 である。

第 49 図に示すように、成長用基板 328 上には発光素子が複数形成されており、発光素子は前述の例と同様に下地成長層 327 上に六角錐状の結晶成長層 324 が形成され、結晶成長層 324 上には p 電極 326 が下地成長層 327 上には更に n 電極が形成され、p 電極 326 と高 10 さを同程度とするためのバンプ 325 が形成されている。

一方、配線用基板 320 の正面には電極層 321、322 が所要のピッチで形成されており、成長用基板 328 と配線用基板 320 が対向して保持された状態で、配線用基板の電極ピッチに合わせてレーザービームが照射される。成長用基板 328 の裏面から KrF エキシマレーザあるいは三倍波 YAG レーザなどのレーザ光を照射することで、下地成長層 327 と成長用基板 328 の界面には、窒素が発生し、発光素子は素子ごと分離され、配線用基板 320 に保持されるが、レーザービームの照射が電極ピッチに合わせた選択的なものであるために、成長用基板 328 上の全部の発光素子が分離するわけではなく、配線用基板の電極ピ 20 ッチに合わせた単色の素子だけが確実に転写される。この工程を他の波長の素子に対して繰り返すことで画像表示装置が完成する。レーザ光は单一ビームをスキャンする方法と、单一ビームで成長用基板と配線用基板を移動する方法とがある。

#### 例 6

25 本例は 2 回転写用基板を用いて実装する例であり、本例を第 50 図ないし第 54 図を参照しながら説明する。

第 5 0 図に示すように、成長用基板 3 3 6 上には発光素子を構成する  
ように、下地成長層 3 3 2 上に六角錐状の結晶成長層 3 3 3 が形成され、  
結晶成長層 3 3 3 上には p 電極 3 3 4 が下地成長層 3 3 2 上には更に n  
電極が形成され、 p 電極 3 3 4 と高さを同程度とするためのバンプ 3 3  
5 5 が形成されている。成長用基板 3 3 6 上には発光素子は配線用基板の  
電極ピッチに合わせて離間している。この成長用基板 3 3 6 は転写用基  
板 3 3 0 と対向するように保持され、成長用基板 3 3 6 の裏面からレー  
ザ光を照射することで、発光素子は素子ごと分離され、転写用基板 3 3  
0 に転写される。転写用基板 3 3 0 にはこの時シリコーン樹脂などから  
10 なる転写材 3 3 1 が形成されていて、この転写材 3 3 1 により、発光素  
子は素子ごとに保持される。

次に、第 5 1 図に示すように、 G a 層の除去により、転写用基板 3 3  
0 に光取出し面が外側となる形で保持され、さらに第 5 2 図に示すよう  
に、転写材 3 4 0 が上面に塗布された第 2 の転写用基板 3 4 1 が貼り合  
15 わせられる。この場合において、転写材 3 4 0 は例えば紫外線硬化型粘  
着材であり、第 2 の転写用基板 3 4 1 はガラスもしくは石英ガラスである。

次に、最初の転写用基板 3 3 0 が剥がされることで、第 5 3 図に示す  
ように、発光素子は第 2 の転写用基板 3 4 1 に転写される。  
20 そして第 5 4 図に示すように、配線用基板 3 4 2 の主面には電極層 3  
4 3 、 3 4 4 が所要のピッチで形成されているところで、第 2 の転写用  
基板 3 4 1 と配線用基板 3 4 2 が対向して保持された、配線用基板の電  
極ピッチに合わせてレーザービームが照射される。成長用基板 3 2 8 の  
裏面からレーザ光を照射することで、転写材 3 4 0 のアブレーションに  
25 より発光素子は素子ごと分離され、配線用基板 3 4 2 に保持される。こ  
の転写はレーザービームの照射が電極ピッチに合わせた選択的なもので

あるために、成長用基板 328 上の全部の発光素子が分離するわけではなく、配線用基板の電極ピッチに合わせた単色の素子だけが確実に転写される。この工程を他の波長の素子に対して繰り返し、配線用基板 342 上の接着剤 345 を硬化させて画像表示装置が完成する。なお、転写材 340 のアブレーションの残さが発光素子裏面に付着しているときは洗浄もしくは研磨の工程を付加する。

#### 例 7

本例は例 6 の変形例であり、第 55 図に示すように、第 2 の転写用基板 350 上の転写材 351 には、発光素子を構成するように、下地成長層 353 上に六角錐状の結晶成長層 354 が形成され、p 電極と高さを同程度とするためのバンプ 355 が形成されているが、第 2 の転写用基板 350 上において、発光素子は配線用基板の電極ピッチに合わせて離間しているのではなく、製造上で便宜なピッチで配されている。なお、他の工程においては例 6 と実質的に同じである。

次に、第 56 図に示すように、第 2 の転写用基板 350 の裏面からレーザ光を選択的に照射することで、転写材 351 のアブレーションにより発光素子は素子ごと分離され、配線層 362、363 を有する配線用基板 360 に保持される。この転写はレーザービームの照射が電極ピッチに合わせた選択的なものであるために、全部の発光素子が一度に分離するわけではなく、配線用基板の電極ピッチに合わせた単色の素子だけが確実に転写される。この工程を他の波長の素子に対して繰り返し、配線用基板 360 上の接着剤 361 を硬化させて画像表示装置が完成する。なお、転写材 351 のアブレーションの残さが発光素子裏面に付着しているときは洗浄もしくは研磨の工程を付加する。

#### 例 8

本例は、n 電極配線と p 電極配線を結晶成長層について上下に分けて

形成した画像表示装置の例である。本例の画像表示装置は、第 57 図に示すように、配線用基板 370 の基板正面 371 上に p 電極配線 372 が形成され、その p 電極配線 372 の上端に接続する形で、六角錐形状の傾斜した傾斜結晶面を有する結晶成長層 374 がその周囲の接着剤層 373 に埋め込まれて支持されている。結晶成長層 374 には図示しない第 1 導電層、活性層、第 2 導電層が形成されており、この結晶成長層 374 は結晶成長時とは倒置した形で接着剤層 373 に支持されている。結晶成長層 374 の傾斜結晶面に平行な面には p 電極 375 が形成されており、結晶成長層 374 の上側には、結晶成長時に用いた平板状の下地成長層 376 が存在し、この下地成長層 376 の上面側が光取り出し面 377 とされ、この下地成長層 376 の光取り出し面 377 において、発光領域となる第 1 導電層、活性層、第 2 導電層の積層部とは基板正面 371 の法線方向で重ならない下地成長層 376 の角部には n 電極配線 378 が形成され電気的に接続されている。この n 電極配線 378 の一部は上記接着剤層 373 上にも延在されており、たとえば樹脂層からなる接着剤層 373 が硬化した後、n 電極配線 378 が所要のパターンに形成される。n 電極配線 378 はポリイミドなどの樹脂層からなる保護層 379 によって被覆されている。

本例の画像表示装置においては、p 電極、n 電極の双方が結晶成長面側に存在する発光素子とは異なり、少なくとも n 電極配線 378 は下地成長層 376 の光取り出し面 377 側に位置するために、配線の分だけ発光素子のチップサイズを小さくすることができる。また、n 電極配線 378 と p 電極配線 372 は結晶成長層 374 について上下に分けて形成され、3 次元的に離れることになるので、短絡することがなくなり、配線幅を広く形成することが可能になる。したがって、配線の形成も容易に行うことができる。

なお、上述の例では、バンプを Cu, Ni に Au のコートをしたものとして説明したが、半田バンプによる接続であっても良い。発光素子の電極上のバンプは半田メッキ、もしくは半田蒸着によって形成され、配線用基板に保持される接着剤の代わりにフラックスを用いて、配線用基板にあらかじめ塗布しておくことができる。発光素子はそのフラックスの粘着性により配線用基板上に保持される。3色の発光素子が剥離・転写されたら、配線用基板を一括してリフローして配線用基板と発光素子を接続しても良い。この時、配線用基板はリフロー炉に入れることになるので、ガラス基板を使用する。接続後はフラックス洗浄を行い、封止材をチップと配線用基板の間に入れて、封止材を硬化させる。半田を用いた接続の場合は、接続抵抗が低抵抗になり、半田溶融時のセルフアライメントにより発光素子のアライメント精度が改善され、画素ピッチが配線電極のパターニング精度と一致するようになるので、画素ピッチが一定になり、画像表示装置は高精細なものとなる。発光素子の修理をする場合は封止材の注入前に発光素子の点灯検査を行い、不良が発生した場合にはその発光素子の局部加熱により、半田バンプを溶融して修理をする。

この発明において画像表示装置とは、発光ダイオード（LED）、半導体レーザなどの発光素子を用いた表示装置（ディスプレイ装置）であれば良く、発光素子が配線用基板上に配列されて、他の電子機器などに組み込まれる構造のものから、更に例示的には、テレビジョン受像機、ビデオ再生装置、コンピュータなどの電子機器のモニター、ゲーム機器の出力装置、電子家電などのモニターなどを含み、また、比較的小さいなサイズのものでは、自動車搭載型案内装置、携帯電話、携帯情報端末、録画装置や監視装置などのモニター画面などであっても良い。

上述のようにこの発明の画像表示装置によれば、解像度や画質、発光

効率などの諸特性に優れ、かつ大画面化が容易で、製造コストの低減も実現できる画像表示装置を得ることができる。特に、この発明の画像表示装置によれば、発光素子が一個の素子の占有面積が  $25 \mu\text{m}^2$  以上で  $10000 \mu\text{m}^2$  以下とされた微細なサイズであるために、発光素子自体を高密度に配線用基板に配設することが可能であり、また、個々の発光素子を完成させた後に配線用基板に対して実装するために歩留りは良好であり、大画面化する場合でもその画面全体にわたる  $\mu\text{m}$  オーダーの厳格なプロセス管理などは不要となる。

また、この発明の画像表示装置の製造方法によれば、発光素子自体を高密度に配線用基板に配設することが容易に実現され、一時保持用基板やエネルギービームを活用することで、微小な素子を転写しながら配線用基板の所要の位置に実装することができる。

一方、この発明の素子の配列方法および画像形成装置の製造方法によれば、一時保持用部材に素子を保持させた時点で既に、素子間の距離が大きくされ、その広がった間隔を利用して比較的サイズの電極パッドなどを設けることが可能となる。それら比較的サイズの大きな電極パッドを利用した配線が行われるために、素子サイズに比較して最終的な装置のサイズが著しく大きな場合であっても容易に配線を形成できる。

また、この発明の素子の配列方法および画像形成装置の製造方法によれば、発光素子の周囲が硬化した接着剤層で被覆され平坦化によって精度良く電極パッドを形成できるとともに素子に比べて広い領域に電極パッドを延在でき、次の第二転写工程での転写を吸着治具で進める場合には取り扱いが容易になる。また、発光ダイオードの一時保持用部材への転写には、GaN系材料がサファイアとの界面で金属のGaと窒素に分解することを利用して、比較的簡単に剥離できる。

さらに、この発明の素子の配列方法および画像形成装置の製造方法に

よれば、同じ転写倍率を意図する場合においては、第一転写工程と第二転写工程の拡大率を  $n$  倍、 $m$  倍とすると、1回でそれだけ拡大する場合に比べて、 $(n+m)^2 = n^2 + 2nm + m^2$  であることから、必ず  $2nm$  回だけ転写回数を減らすことができるうことになる。したがって、製造工程も回数分だけ時間や経費の節約となり、特に拡大率の大きい場合に有益となる。

また、各発光ダイオード素子が結晶成長時とは倒置されて配線用基板上に配設されるこの発明の画像表示装置においては、平坦な下地成長層の上面が光の光取出し面として機能し、p電極の反射膜としての機能も手伝って光取り出し効率を高くすることができます。結晶成長層は選択成長により例えば六角錐形状を有するが、n電極側にはバンプが配設されており、各素子毎の下地成長層および結晶成長層を水平に同じ高さに保つことができ、さらに接着剤で周囲を固めることで結晶成長層などが傾いてしまうような問題も未然に防止できる。

各発光ダイオード素子は素子完成後に実装されるため、たとえば欠陥のある素子を実装しないようにすることで、画像表示装置の全体に歩留まりは向上する。また、バンプによって素子は正負一対の電極が配線用基板側に集められた構造になり、電極が光取り出しのための面積を減ずることもない。この点からこの実施例の画像表示装置は高精細なカラー表示が可能であり、製造プロセス上も選択成長の利点を巧妙に取り込んだものとなっている。

この実施例の画像表示装置の製造方法においては、配線用基板の電極ピッチに合わせた複数の発光素子が一括して配線用基板の主面に実装されるため、その製造コストを低減できるとともに短時間での製造が可能である。また、各素子はバンプを用いて確実に水平に実装され、傾いたりすることもなく、またアライメントのためのマージンも小さくて良く

なることから、高精度に発光素子を配列することができ、また、バンプを用いて確実な電気配線や、光取り出し効率の最大化も図ることができる。.

## 請 求 の 範 囲

1. 複数の発光素子が配列され所要の画像信号に対応して画像を表示する画像表示装置において、一個の上記発光素子の占有面積が  $2\text{ }5\text{ }\mu\text{m}^2$  以上で  $1\text{ }0\text{ }0\text{ }0\text{ }0\text{ }\mu\text{m}^2$  以下とされ、上記各発光素子はそれぞれ配線用基板に実装されたものであることを特徴とする画像表示装置。
2. 各発光素子の占有面積に対する当該画像表示装置上の一画素分の占有面積の比が 10 以上 4000 以下であることを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の画像表示装置。
3. 各発光素子の占有面積に対する当該画像表示装置上の一画素分の占有面積の比が 10 以上 1000 以下であることを特徴とする請求の範囲第 2 項記載の画像表示装置。
4. 上記発光素子は窒化物半導体発光素子、砒化物半導体発光素子、および燐化物半導体発光素子から選ばれた素子からなることを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の画像表示装置。
5. 上記発光素子は互いに波長を異ならせた 3 つの発光素子の組からなる画素を構成することを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の画像表示装置。
6. 上記発光素子に電気的に接続され該発光素子を流れる電流保持するための電流保持回路が各素子毎に形成されることを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の画像表示装置。
7. 上記電流保持回路は個別のチップ状に形成されかつ各発光素子と同様に上記配線用基板に実装されたものであることを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の画像表示装置。
8. 上記電流保持回路を形成した上記電流保持回路のチップと上記発光素子は略同一のサイズを有することを特徴とする請求の範囲第 7 項記載

の画像表示装置。

9. 複数の発光素子が配列され所要の画像信号に対応して画像を表示する画像表示装置の製造方法において、所要の配線をマトリクス状に配設した配線用基板を用意するとともに、個別のチップに分離された一個の素子占有面積が  $25 \mu\text{m}^2$  以上で  $10000 \mu\text{m}^2$  以下とされる複数の発光素子を用意し、該発光素子を上記配線に接続するように実装して画像表示装置を構成することを特徴とする画像表示装置の製造方法。  
5

10. 所要の素子形成用基板上に半導体層を積層し、該半導体層に上記複数の発光素子を並べて形成した後、各発光素子毎に分離し、その分離  
10 した各発光素子を上記配線用基板に実装することを特徴とする請求の範囲第 9 項記載の画像表示装置の製造方法。

11. 上記発光素子の素子間の領域に上記素子形成用基板の基板表面に達する溝を、各発光素子を囲むように形成し、該溝に囲まれた各発光素子を上記素子形成用基板から分離させ、その分離された各発光素子を上  
15 記配線用基板に実装することを特徴とする請求の範囲第 10 項記載の画像表示装置の製造方法。

12. 上記分離された各発光素子の上記配線用基板への実装は吸着用治具に発光素子の表面または裏面を吸着させながら上記配線用基板に素子毎に搭載することで行うことを特徴とする請求の範囲第 10 項記載の画  
20 像表示装置の製造方法。

13. 上記各発光素子の上記素子形成用基板からの分離は、該素子形成用基板の裏面からのエネルギー ビームの照射を利用することを特徴とする請求の範囲第 10 項記載の画像表示装置の製造方法。

14. 上記素子形成用基板の裏面からのエネルギー ビームの照射前に、  
25 上記素子形成用基板上の各発光素子を一時保持用基板に保持させ、上記エネルギー ビームの照射後に各発光素子を上記素子形成用基板から分離

させ、各発光素子を上記一時保持用基板に保持させることを特徴とする請求の範囲第13項記載の画像表示装置の製造方法。

15. 上記一時保持用基板は全面に粘着材が形成され、その粘着材に上記発光素子の表面が一時的に保持されることを特徴とする請求の範囲第514項記載の画像表示装置の製造方法。

16. 上記分離された各発光素子の上記配線用基板への実装は上記発光素子表面の電極部分を上記配線用基板上の導電材に圧着することで行うことを特徴とする請求の範囲第10項記載の画像表示装置の製造方法。

17. 所要の基板上に半導体層を積層し、該半導体層に複数の発光素子10を並べて形成した後、各発光素子毎に分離するとともに各発光素子を上記基板からも分離することを特徴とする発光素子の製造方法。

18. 上記各発光素子と上記基板と間の分離は、該基板の裏面からのエネルギービームの照射を利用することを特徴とする請求の範囲第17項記載の発光素子の製造方法。

19. 上記エネルギービームの照射前に、上記各発光素子を一時保持用基板に保持させ、上記エネルギービームの照射後に各発光素子を上記基板から分離させ、各発光素子を上記一時保持用基板に保持させることを特徴とする請求の範囲第17項記載の発光素子の製造方法。

20. 上記一時保持用基板は全面に粘着材が形成され、その粘着材に上記発光素子の表面が一時的に保持されることを特徴とする請求の範囲第19項記載の発光素子の製造方法。

21. 第一基板上に配列された複数の素子を第二基板上に配列する素子の配列方法において、上記第一基板上で上記素子が配列された状態よりは離間した状態となるように上記素子を転写して一時保持用部材に該素子を保持させる第一転写工程と、上記一時保持用部材に保持された上記素子をさらに離間して上記第二基板上に転写する第二転写工程を有する

ことを特徴とする素子の配列方法。

22. 上記第一転写工程で離間させる距離が上記第一基板上に配列された素子のピッチの略整数倍になっておりかつ上記第二転写工程で離間させる距離が上記第一転写工程で上記一時保持用部材に配列させた素子の

5 ピッチの略整数倍になっていることを特徴とする請求の範囲第21項記載の素子の配列方法。

23. 上記第一転写工程後に素子を樹脂で固める工程と、上記素子の電極を該樹脂上に形成する工程と、上記樹脂をダイシングする工程を有することを特徴とする請求の範囲第21項記載の素子の配列方法。

10 24. 上記第一基板から選択的に転写される上記素子は、上記第一基板と上記一時保持用部材と対峙した時に離間させる距離に存在する上記素子であることを特徴とする請求の範囲第21項記載の素子の配列方法。

25. 上記一時保持用部材から選択的に転写される上記素子は、上記一時保持用部材と上記第二基板と対峙した時に離間させる距離に存在する

15 上記素子であることを特徴とする請求の範囲第21項記載の素子の配列方法。

26. 上記第二基板上では、異なる上記一時保持用部材から転写された素子が隣に位置することを特徴とする請求の範囲第21項記載の素子の配列方法。

20 27. 上記第一基板から上記一時保持用部材への転写および上記一時保持用部材から上記第二基板への転写は機械的手段または光学的手段の少なくとも一方を用いて行われることを特徴とする請求の範囲第21項記載の素子の配列方法。

28. 上記機械的手段は各素子に力学的エネルギーを加えながら選択的

25 に素子を転写できる手段であることを特徴とする請求の範囲第27項記載の素子の配列方法。

29. 上記機械的手段は上記素子を選択的に吸着することで該素子を転写できる手段であることを特徴とする請求の範囲第27項記載の素子の配列方法。

30. 上記光学的手段は各素子に光照射による光エネルギーを加えながら選択的に転写することを特徴とする請求の範囲第27項記載の素子の配列方法。

31. 上記第一基板は透光性であることを特徴とする請求の範囲第30項記載の素子の配列方法。

32. 上記素子は窒化物半導体を用いた半導体素子であり、上記光照射はレーザービームであることを特徴とする請求の範囲第31項記載の素子の配列方法。

33. 上記素子は発光素子、液晶制御素子、光電変換素子、圧電素子、薄膜トランジスタ素子、薄膜ダイオード素子、抵抗素子、スイッチング素子、微小磁気素子、微小光学素子から選ばれた素子もしくはその部分であることを特徴とする請求の範囲第21項記載の素子の配列方法。

34. 上記素子は上記第一基板上に作成されることを特徴とする請求の範囲第21項記載の素子の配列方法。

35. 上記一時保持用部材に上記素子が保持された状態で、配線の一部が上記素子に形成されることを特徴とする請求の範囲第21項記載の素子の配列方法。

36. 上記配線の一部は電極パッドであることを特徴とする請求の範囲第21項記載の素子の配列方法。

37. 発光素子もしくは液晶制御素子をマトリクス状に配置した画像表示装置の製造方法において、第一基板上で発光素子もしくは液晶制御素子が配列された状態よりは離間した状態となるように上記発光素子もしくは液晶制御素子を転写して一時保持用部材に上記発光素子もしくは液

5 液晶制御素子を保持させる第一転写工程と、上記一時保持用部材に保持された上記発光素子もしくは液晶制御素子をさらに離間して第二基板上に転写する第二転写工程と、上記各発光素子もしくは液晶制御素子に接続させる配線を形成する配線形成工程とを有することを特徴とする画像表示装置の製造方法。

38. 上記発光素子もしくは上記液晶制御素子は異なる波長に対応する複数の素子の組み合わせが1つの画素を形成するものとされることを特徴とする請求の範囲第37項記載の画像表示装置の製造方法。

39. 上記一時保持用部材に上記発光素子もしくは液晶制御素子が保持された状態で、電極パッドが上記発光素子もしくは液晶制御素子に形成され、上記配線形成工程では上記電極パッドに配線がなされることを特徴とする請求の範囲第37項記載の画像表示装置の製造方法。

40. 複数の発光素子を配線用基板の基板主面上に配列して実装した構造を有する画像表示装置において、上記発光素子の結晶成長によって形成される結晶成長層が上記基板正面の法線方向において結晶成長時とは倒置されて上記配線用基板に実装されることを特徴とする画像表示装置。

41. 上記発光素子は結晶成長時の基板側が光取り出し窓となる結晶成長層を有し、上記発光素子は上記配線用基板に実装される前に成長用基板から分離されることを特徴とする請求の範囲第40項記載の画像表示装置。

42. 上記発光素子は基板正面に対して傾斜した傾斜結晶面を有する上記結晶成長層に第1導電層、活性層、および第2導電層が形成され、上記第1導電層と接続される第1電極と、上記第2導電層と接続する第2電極は成長用基板からの高さがほぼ同程度とされることを特徴とする請求の範囲第40項記載の画像表示装置。

43. 上記発光素子は基板正面に対して傾斜した傾斜結晶面を有する上

記結晶成長層に第1導電層、活性層、および第2導電層が形成され、上記第1導電層と接続される第1電極と、上記第2導電層と接続する第2電極は上記基板正面の法線方向において上記結晶成長層を挟んでそれぞれ分けられて形成されることを特徴とする請求の範囲第40項記載の画像表示装置。  
5

44. 上記結晶成長層は選択成長により形成されたウルツ鉱型の窒化物半導体からなることを特徴とする請求の範囲第40項記載の画像表示装置。

45. 上記結晶成長層は選択成長により形成された六角錐形状もしくは六角台形状からなることを特徴とする請求の範囲第40項記載の画像表示装置。  
10

46. 成長用基板上に選択成長により基板側が開いた形状となる結晶成長層を形成し、該結晶成長層に第1導電層、活性層、および第2導電層を形成して発光素子を構成し、上記第1導電層と接続する第1電極と、上記第2導電層と接続する第2電極を成長用基板からの高さがほぼ同程度となるように形成し、上記結晶成長層を上記成長用基板から分離して配線用基板に倒置して実装することを特徴とする画像表示装置の製造方法。  
15

47. 上記第1および第2電極の少なくとも一方には接続部材が両者の高さがほぼ同程度となるように接続されることを特徴とする請求の範囲第46項記載の画像表示装置の製造方法。  
20

48. 上記配線用基板への実装は吸着用治具に発光素子の表面または裏面を吸着させながら上記配線用基板に素子毎に搭載することで行うことを特徴とする請求の範囲第46項記載の画像表示装置の製造方法。

25 49. 上記各発光素子の上記成長用基板からの分離は、該成長用基板の裏面からのエネルギー ビームの照射を利用することを特徴とする請求の

範囲第 4 6 項記載の画像表示装置の製造方法。

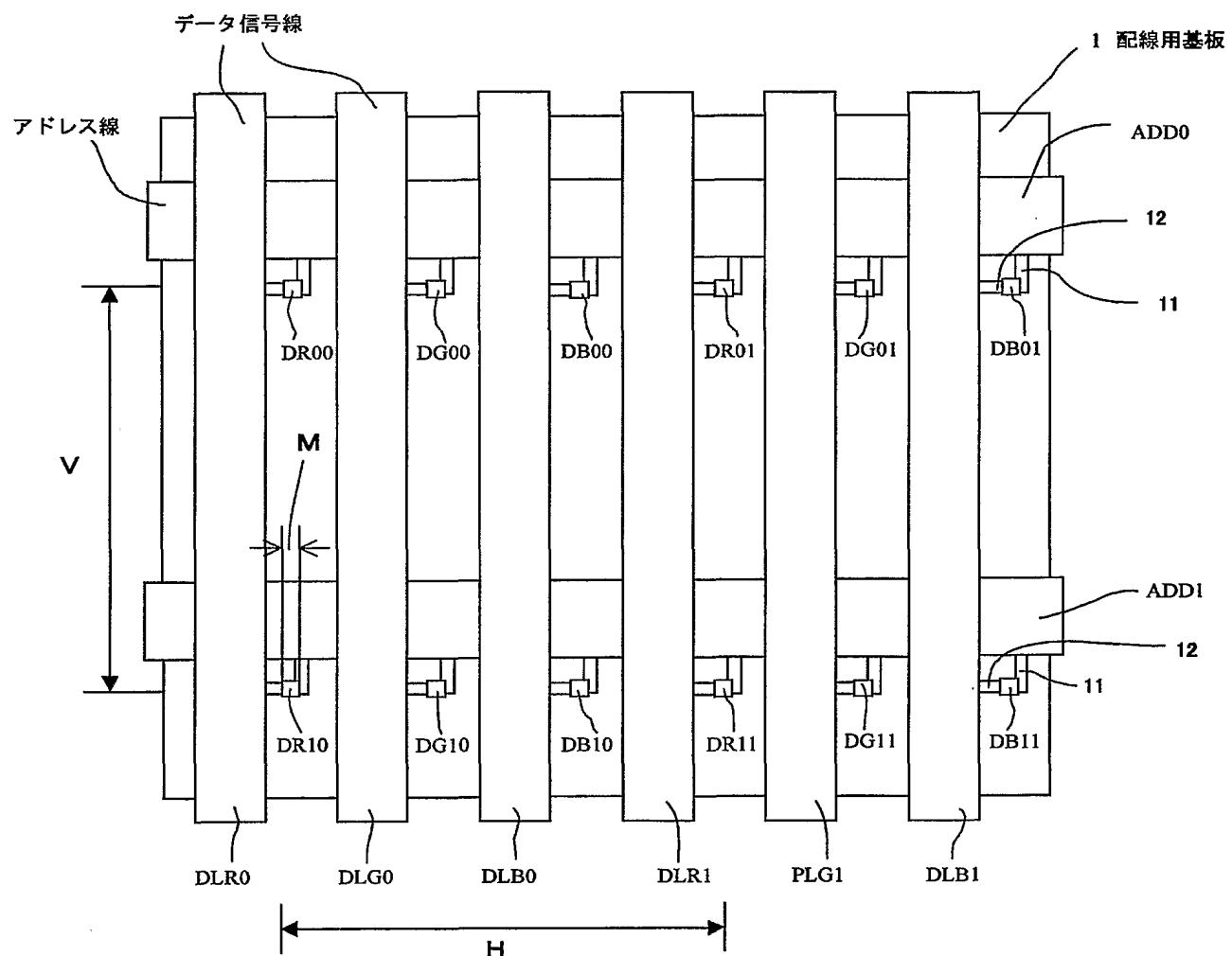
5 0 . 上記各発光素子を分離するためのエネルギー ビームの照射は、各発光素子に対して選択的に行われることを特徴とする請求の範囲第 4 9 項記載の画像表示装置の製造方法。

5 5 1 . 上記成長用基板の裏面からのエネルギー ビームの照射前に、上記素子形成用基板上の各発光素子を転写用基板に保持させ、上記エネルギー ビームの照射後に各発光素子を上記成長用基板から分離させ、各発光素子を上記転写用基板に保持させることを特徴とする請求の範囲第 4 9 項記載の画像表示装置の製造方法。

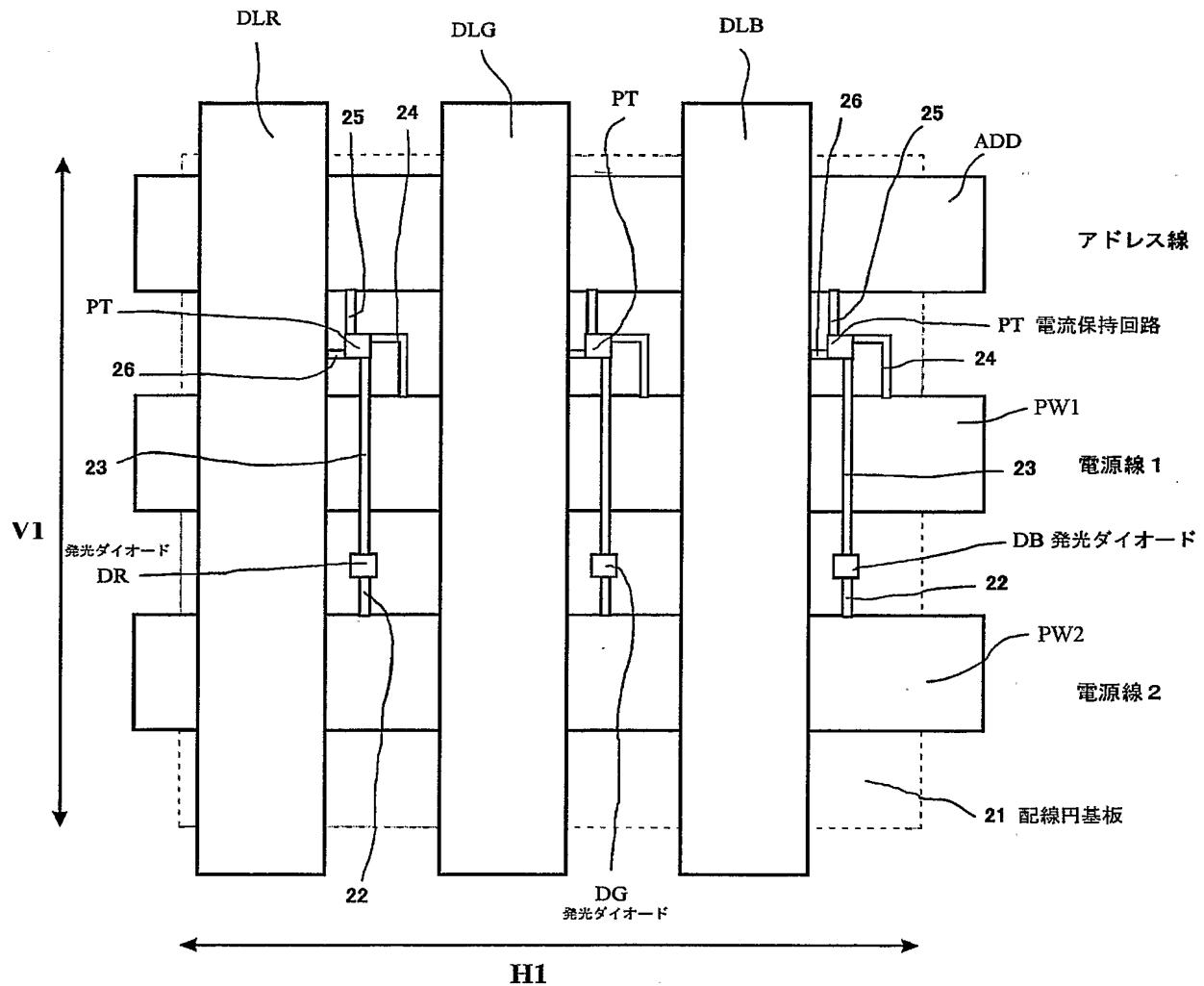
10 5 2 . 複数の素子を配線用基板の基板主面上に配列して実装した構造を有する素子実装基板において、上記素子の結晶成長によって形成される結晶成長層が上記基板主面の法線方向において結晶成長時とは倒置されて上記配線用基板に実装されていることを特徴とする素子実装基板。

5 3 . 各素子の上記結晶成長層の傾斜した傾斜結晶面以外の平坦面は基  
15 板表面上ほぼ面一となるように実装されることを特徴とする請求の範囲  
第 5 2 項記載の素子実装基板。

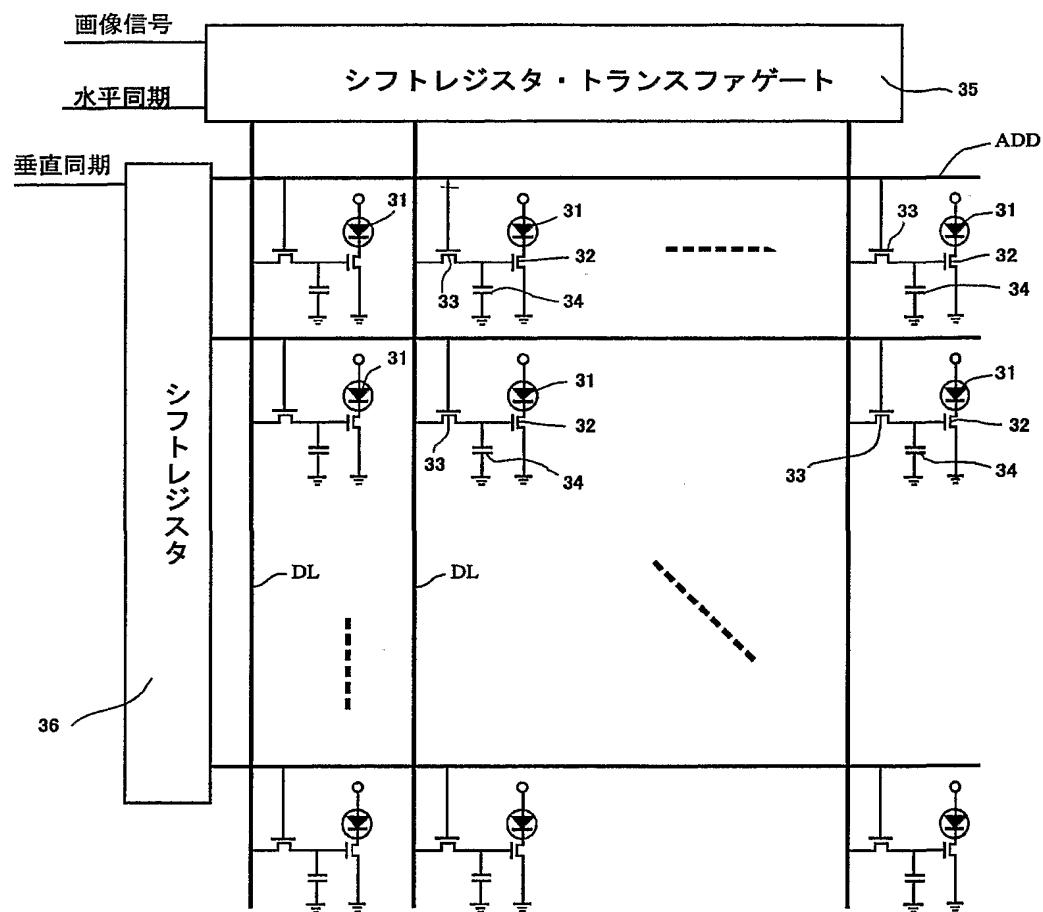
## 第1図



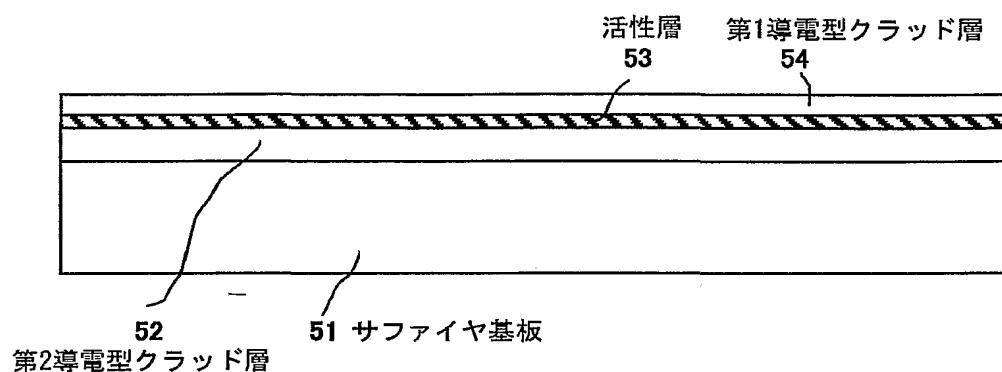
## 第 2 図



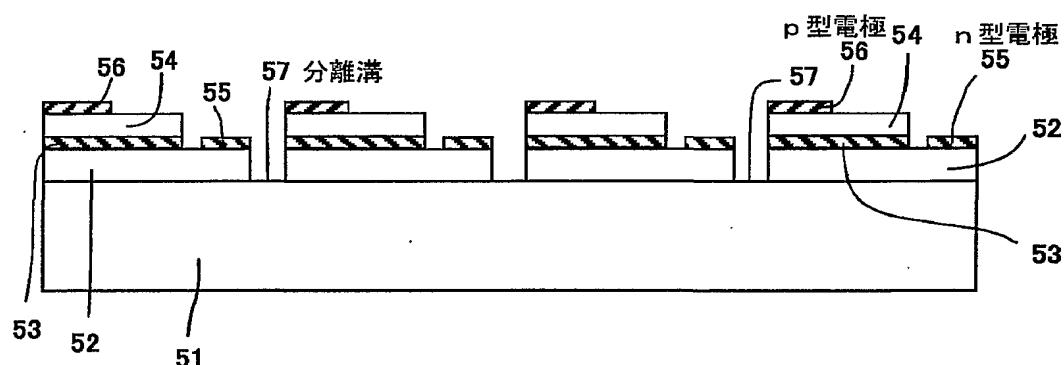
### 第3図



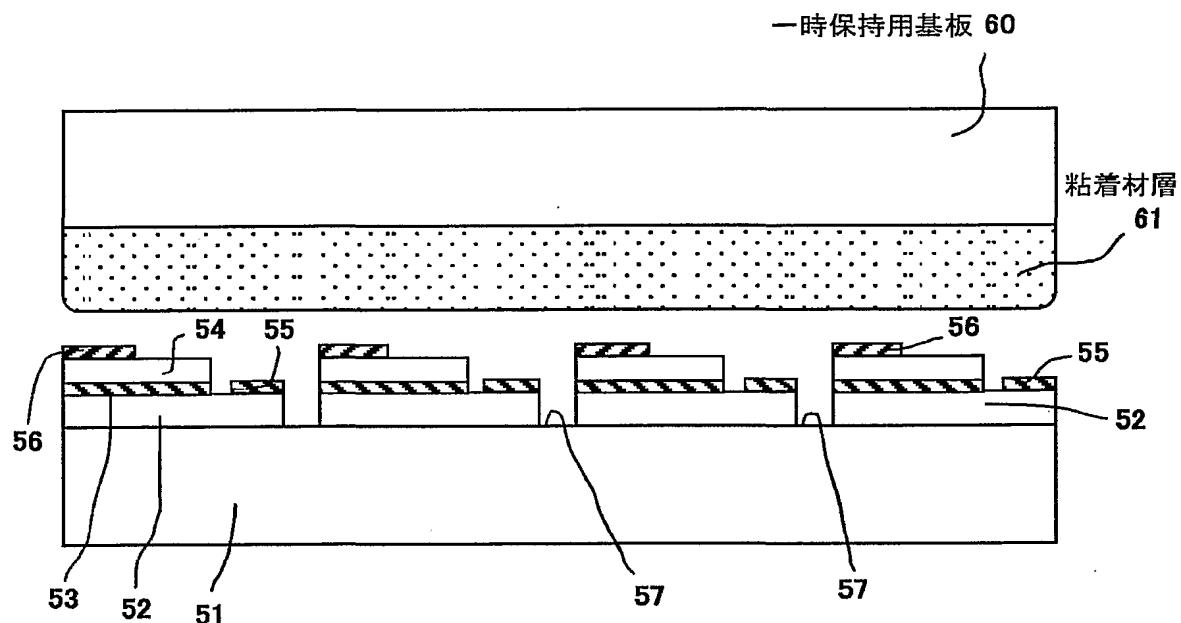
第4図



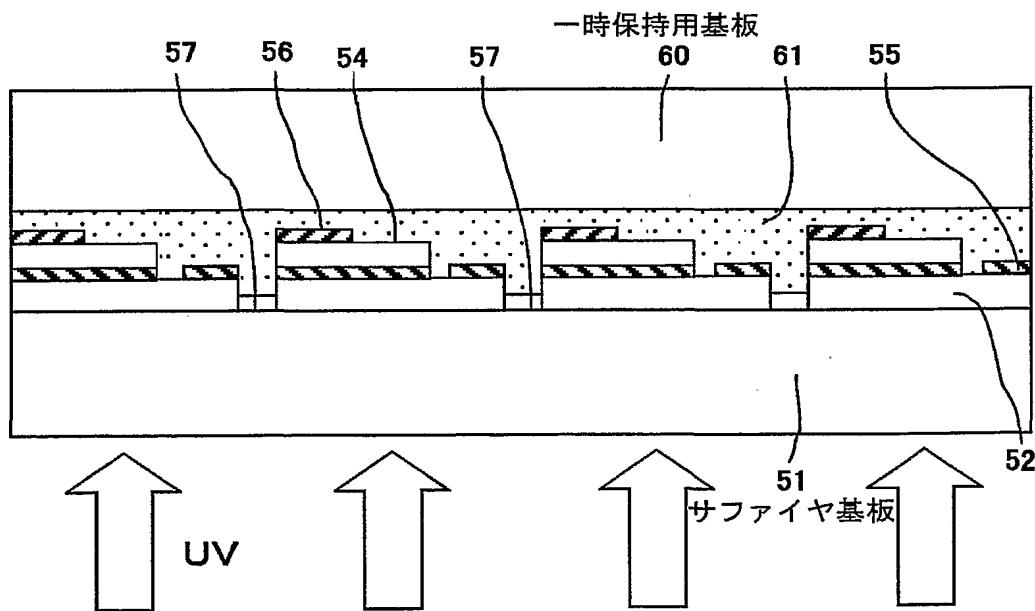
第5図



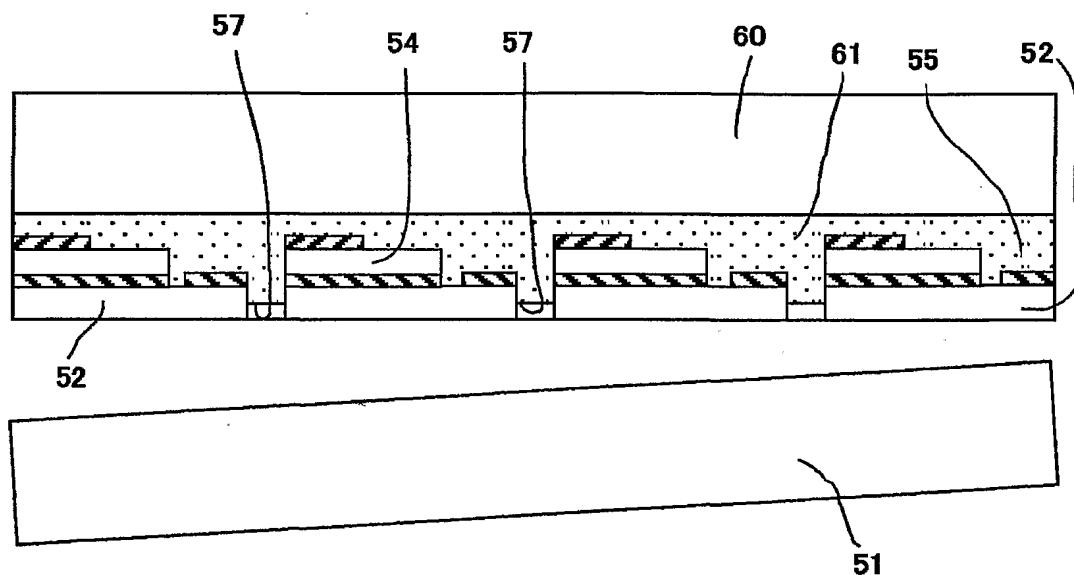
## 第 6 図



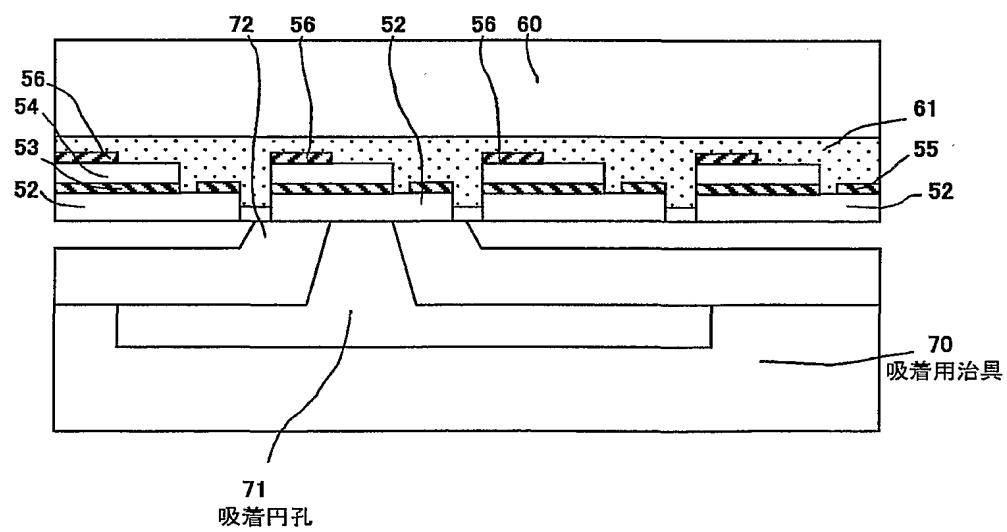
## 第 7 図



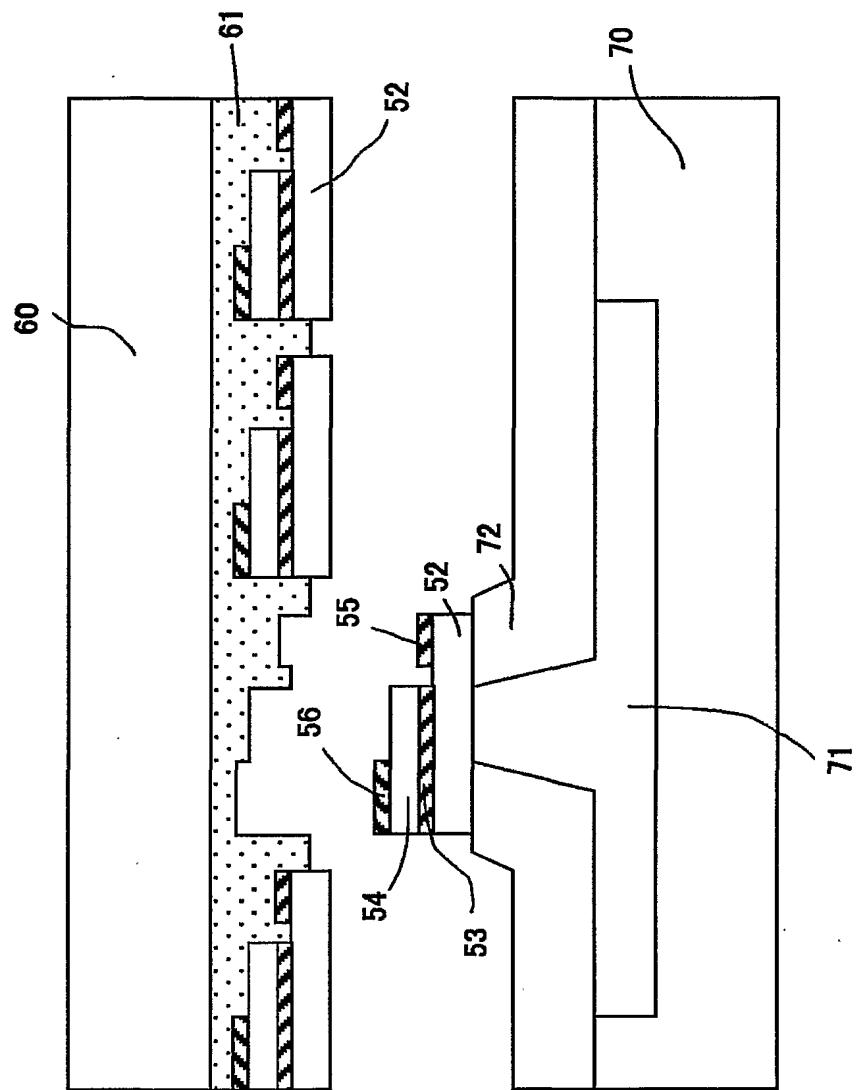
第 8 図



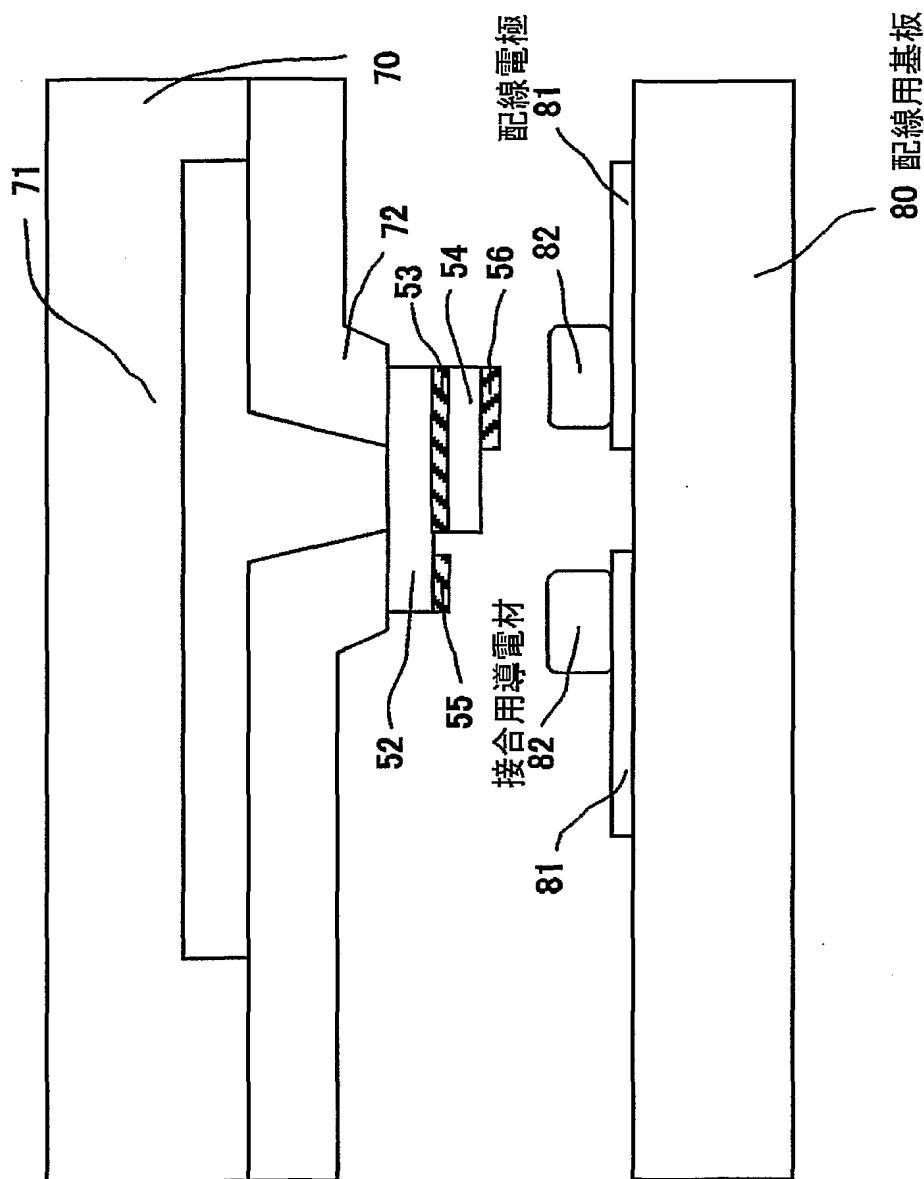
第 9 図



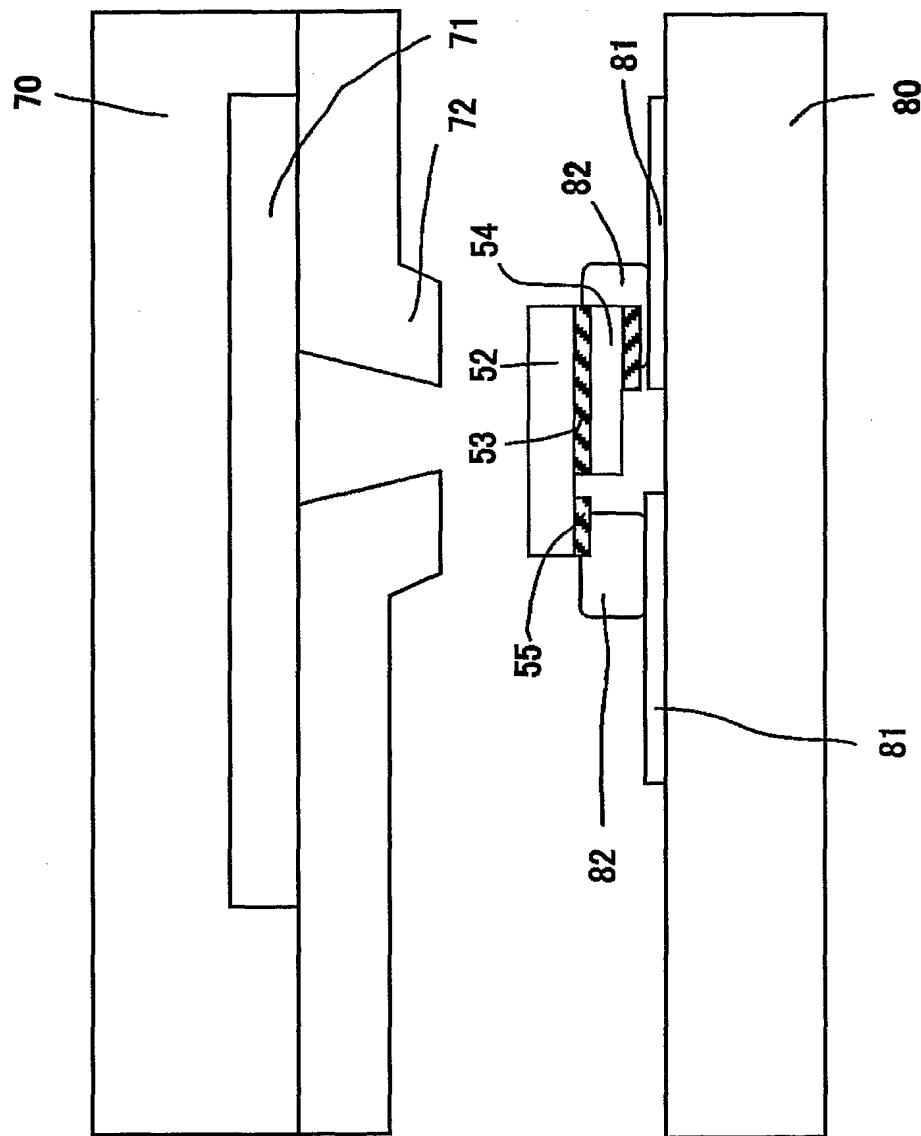
## 第10図



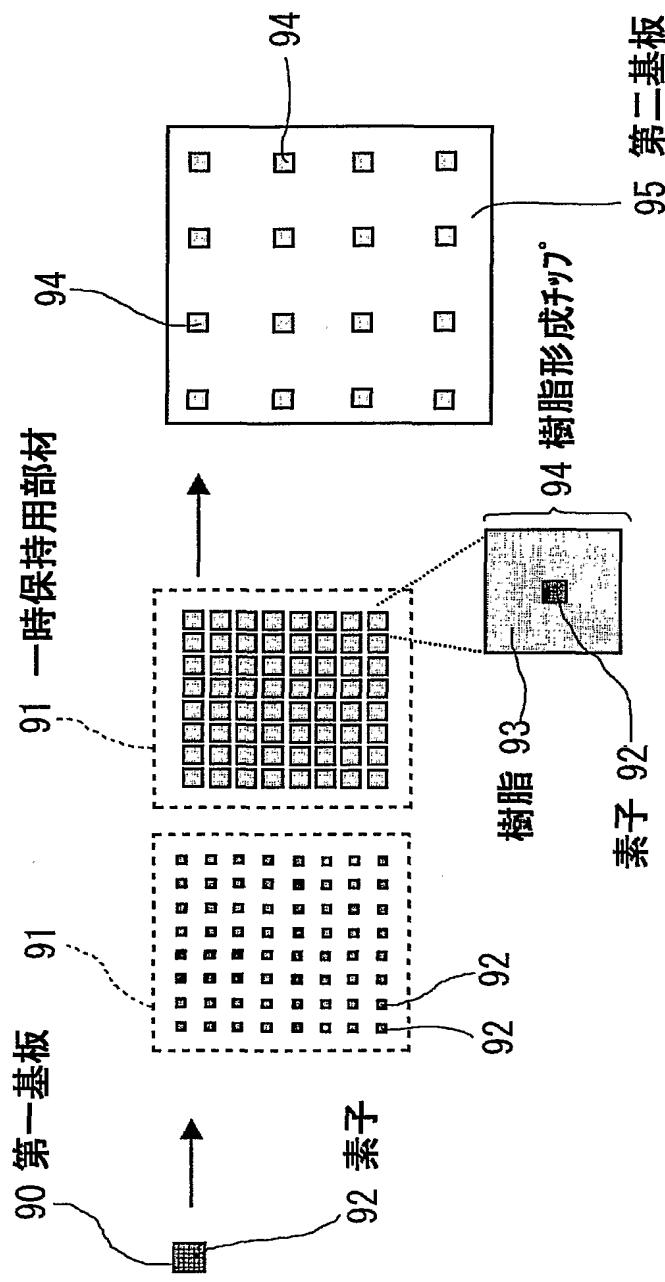
第11図



第12回



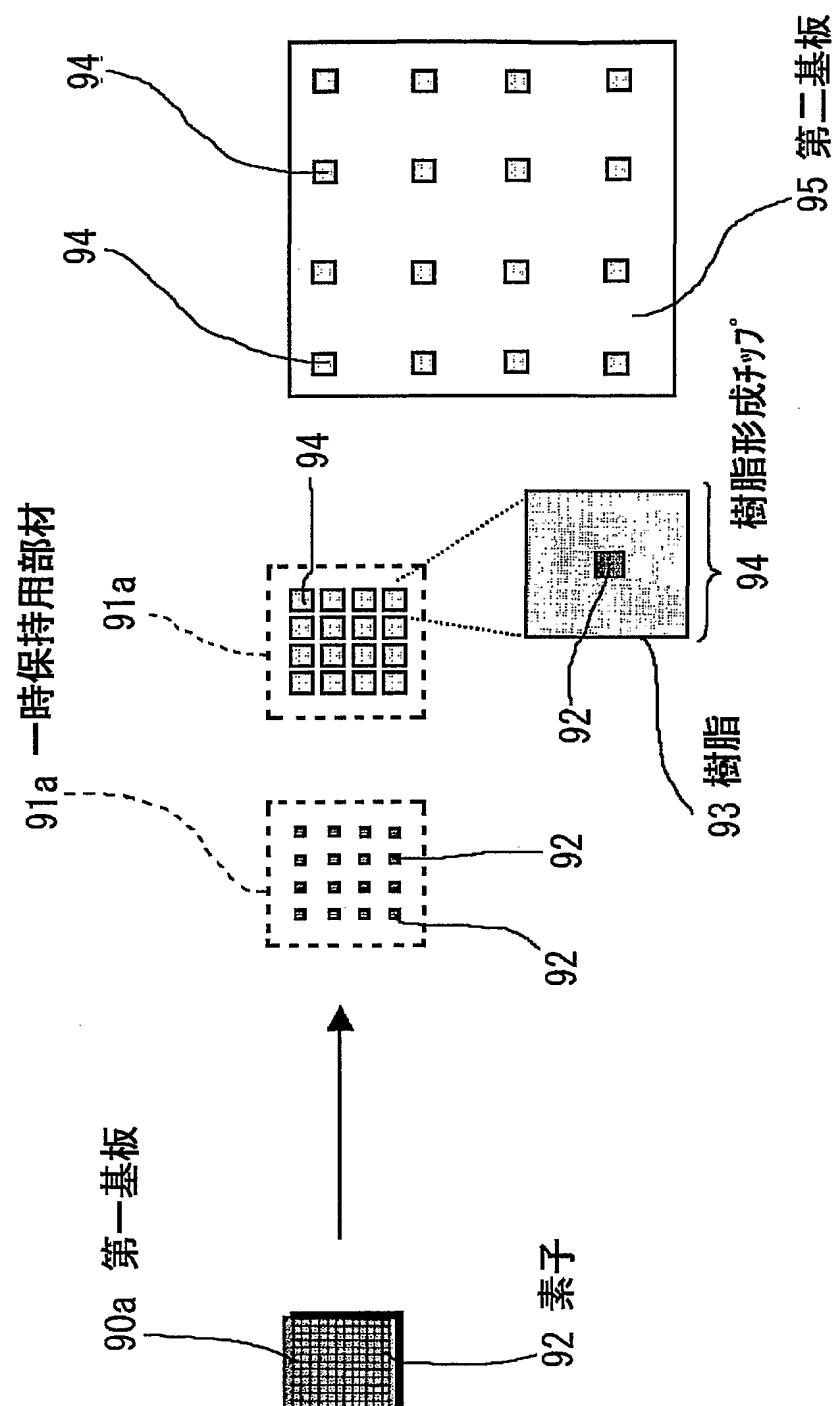
第13図A 第13図B 第13図C 第13図D

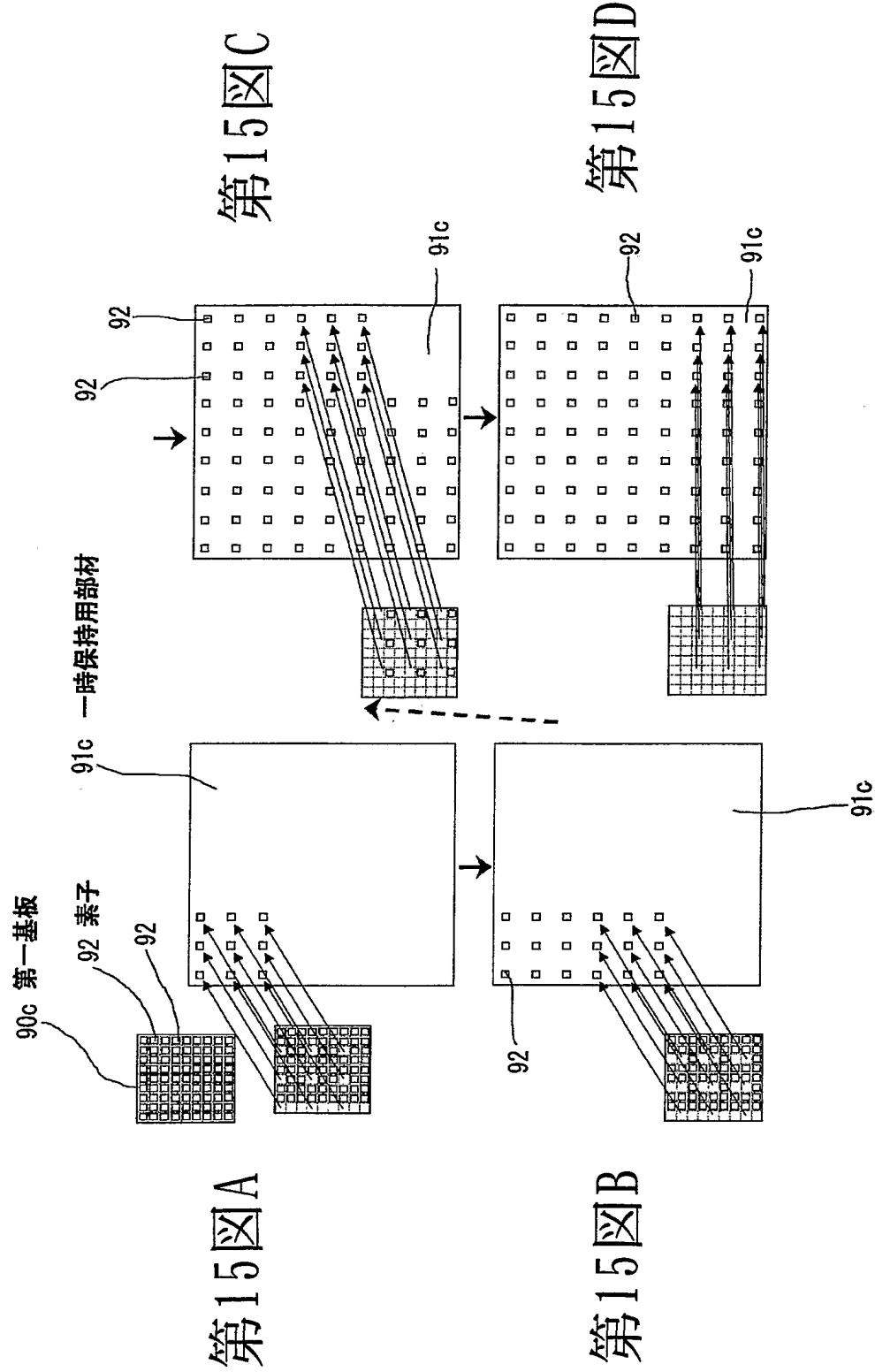


第14図A

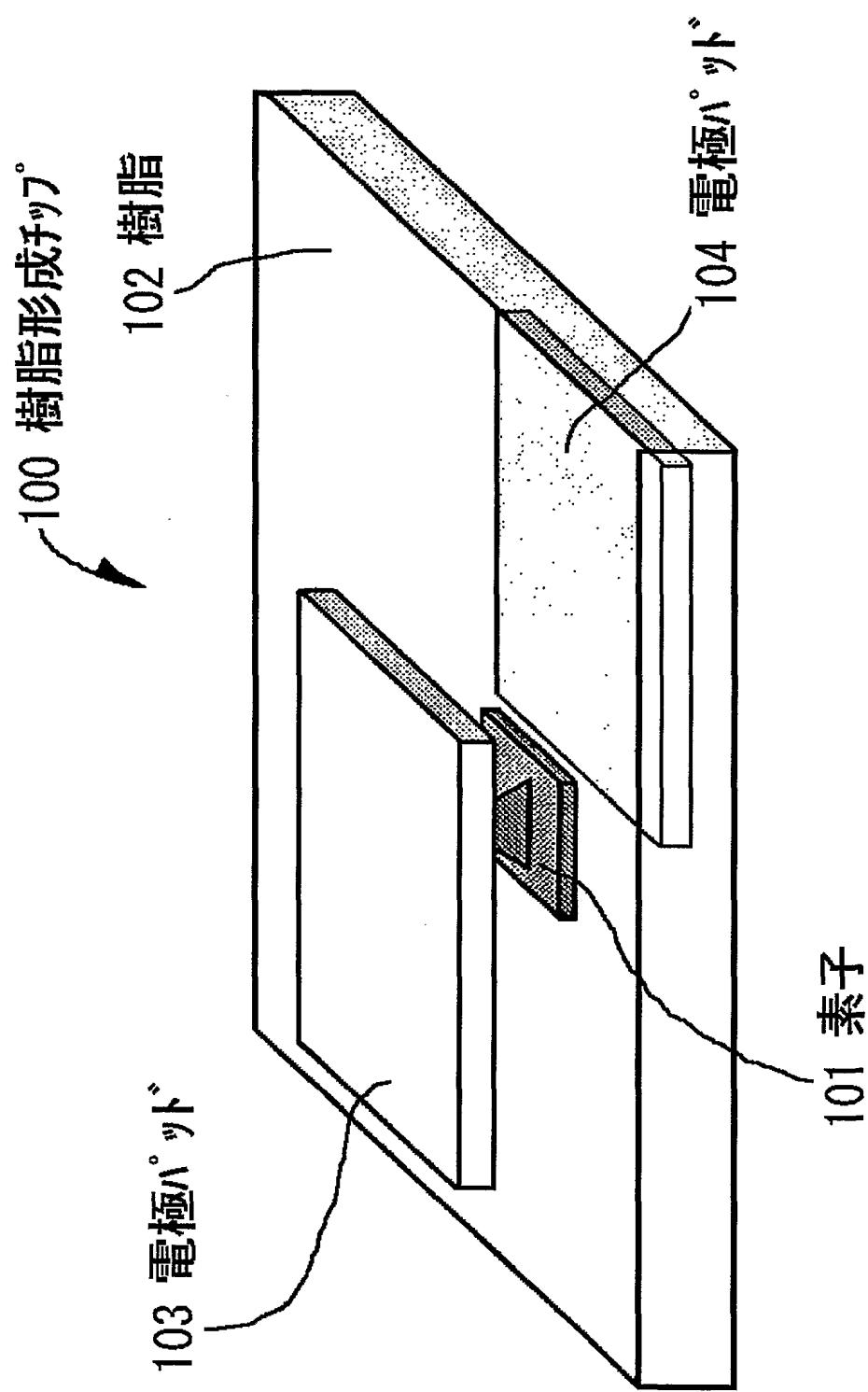
第14図B 第14図C

第14図D

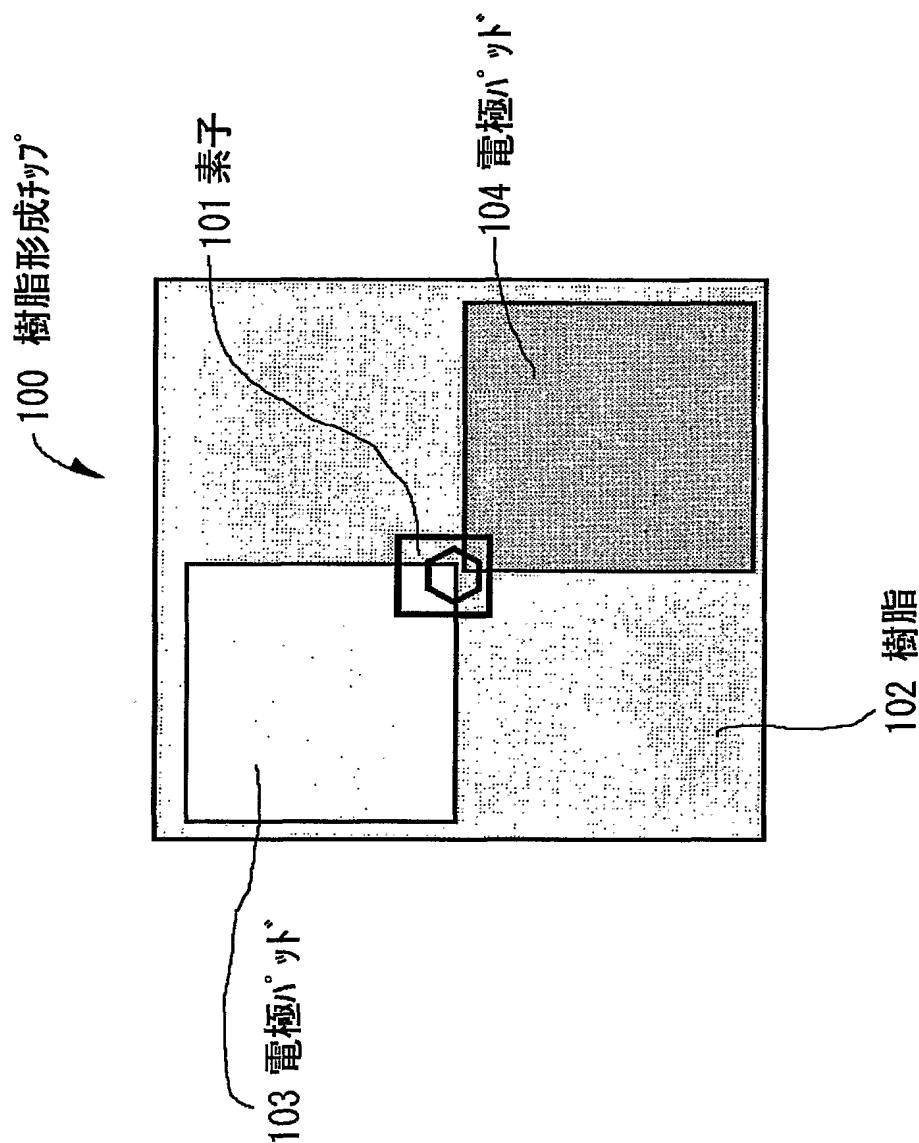




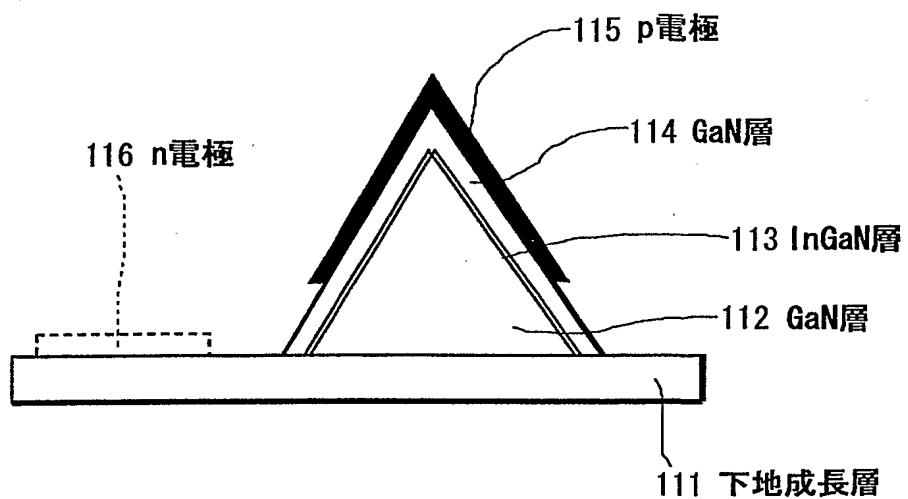
第16図



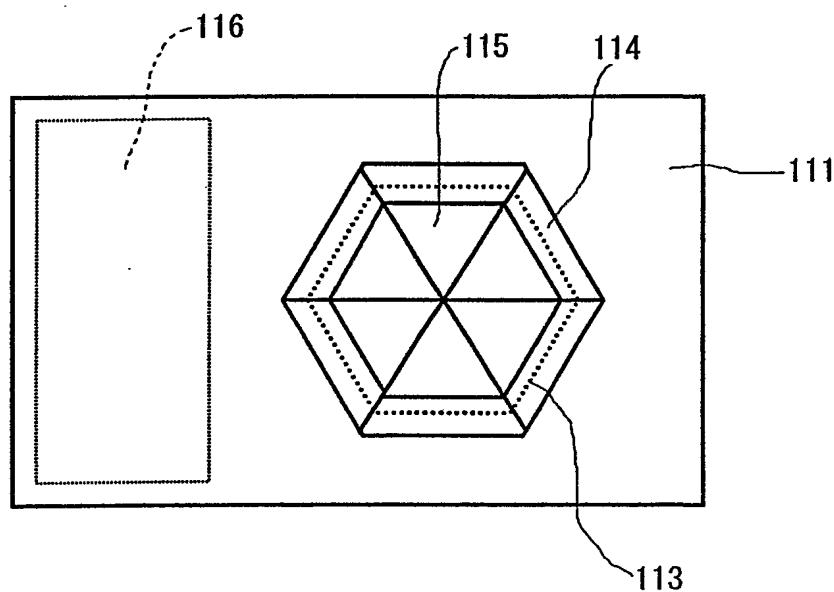
## 第17図



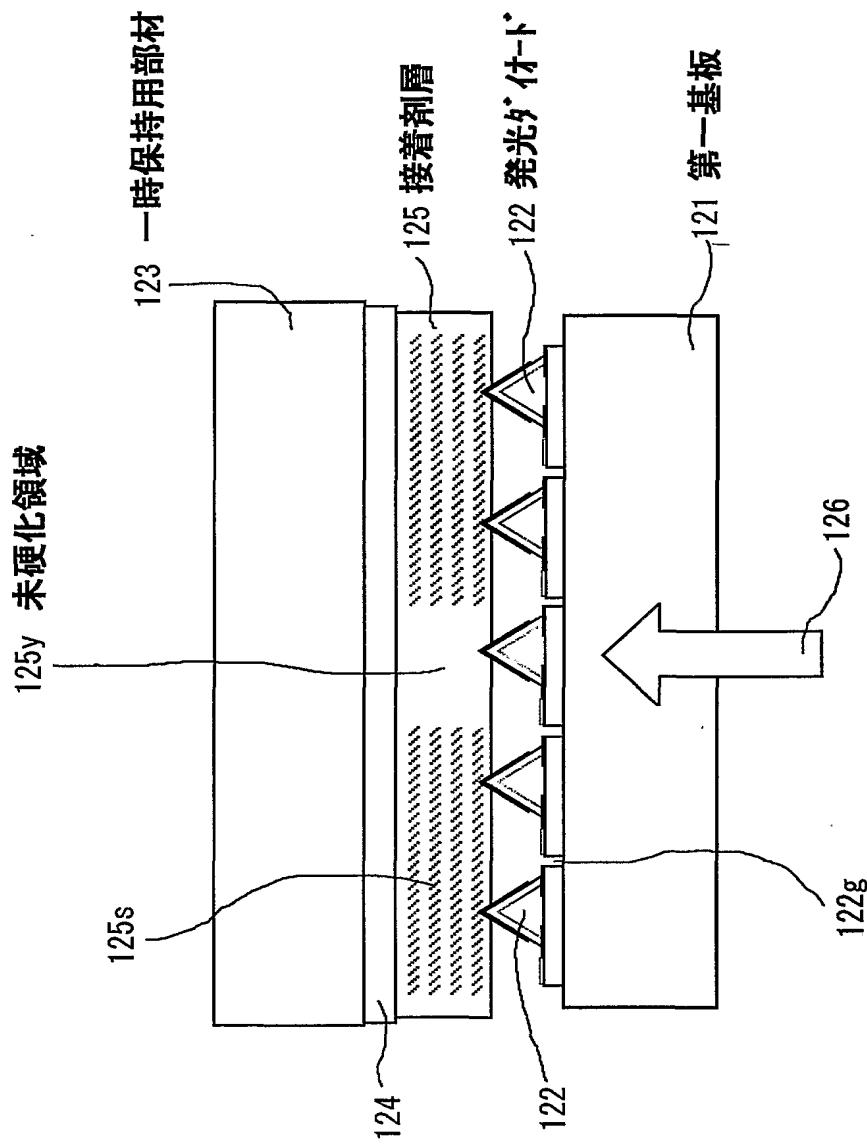
第18図A



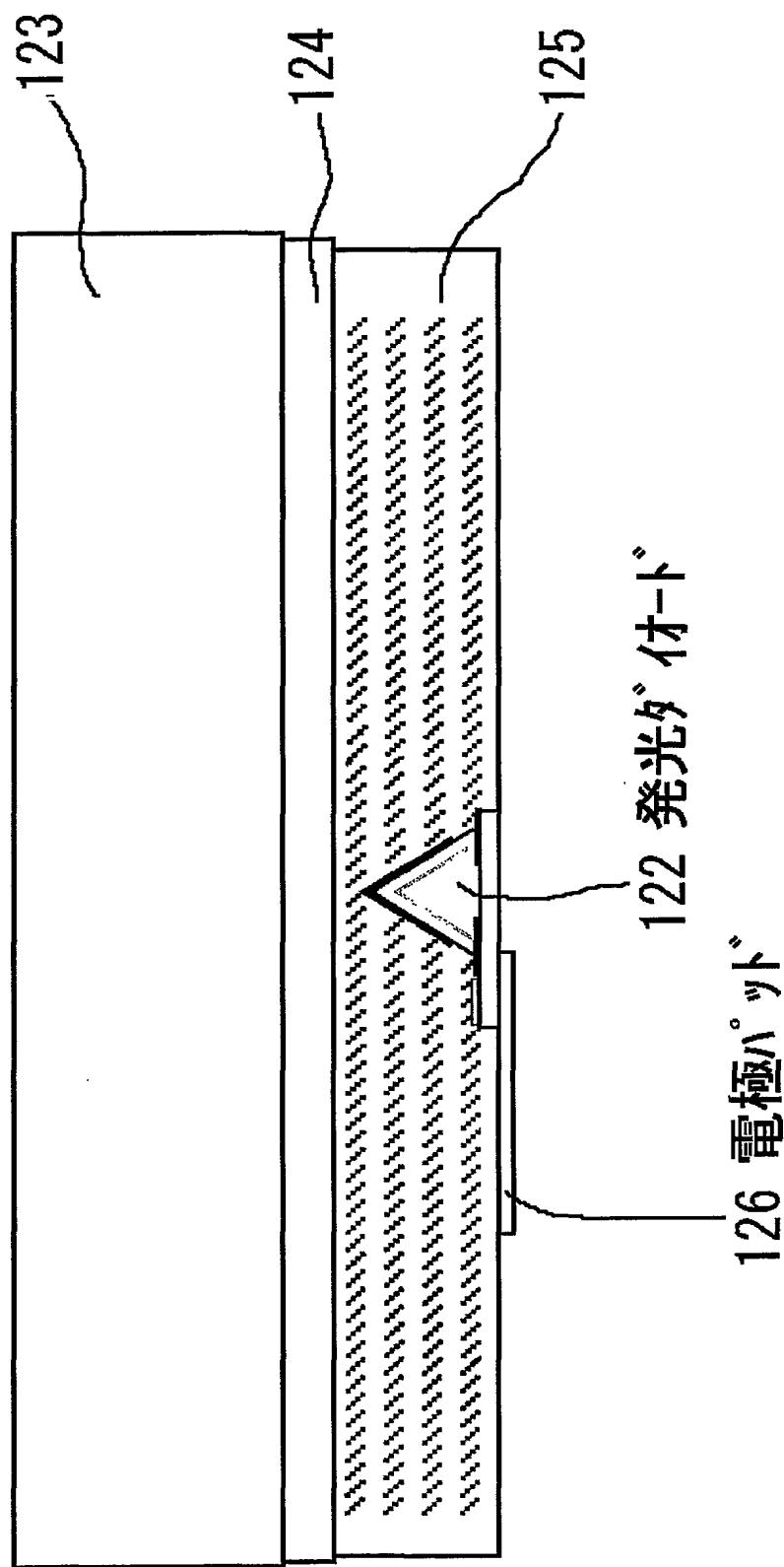
第18図B



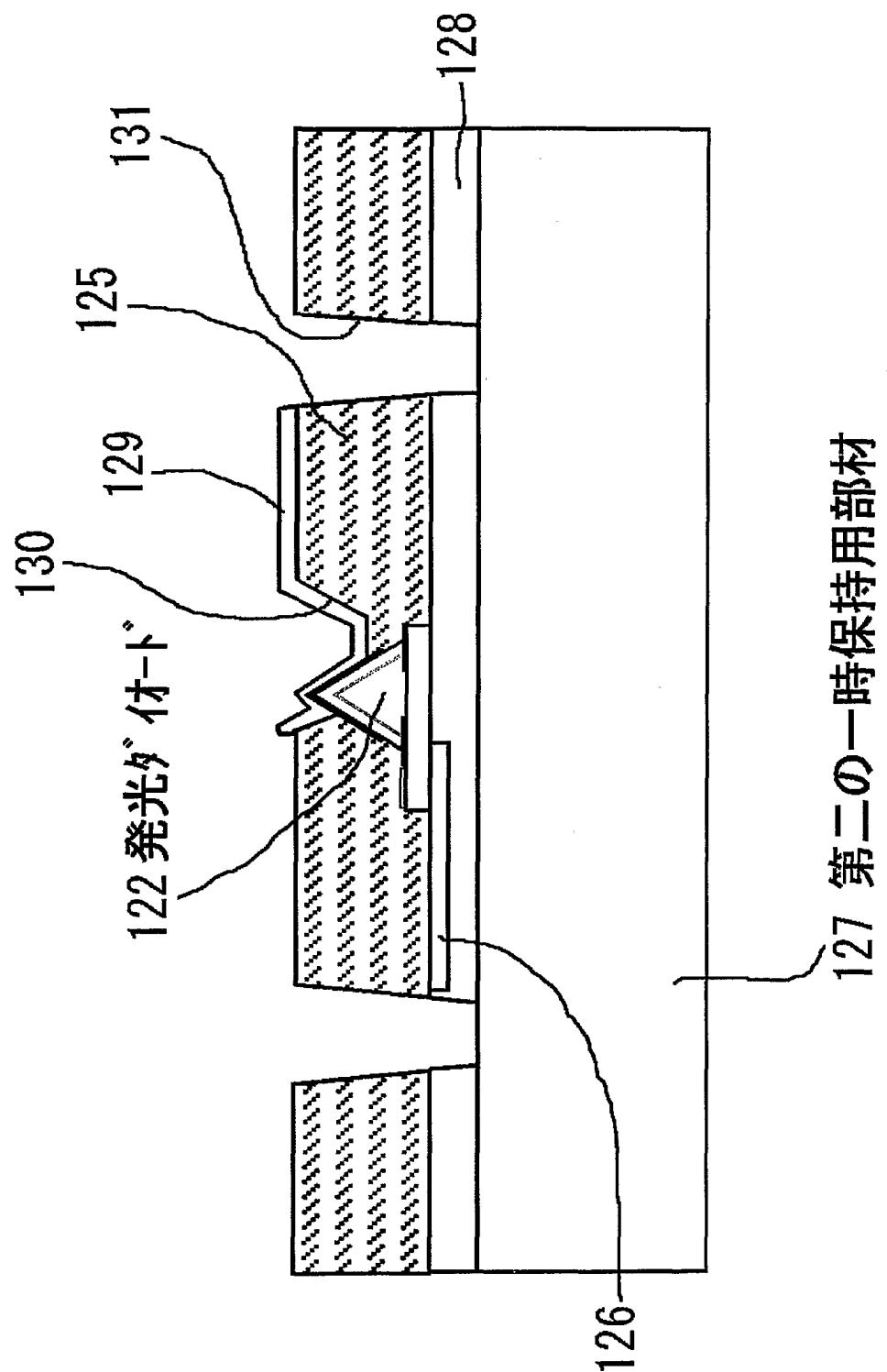
第19図



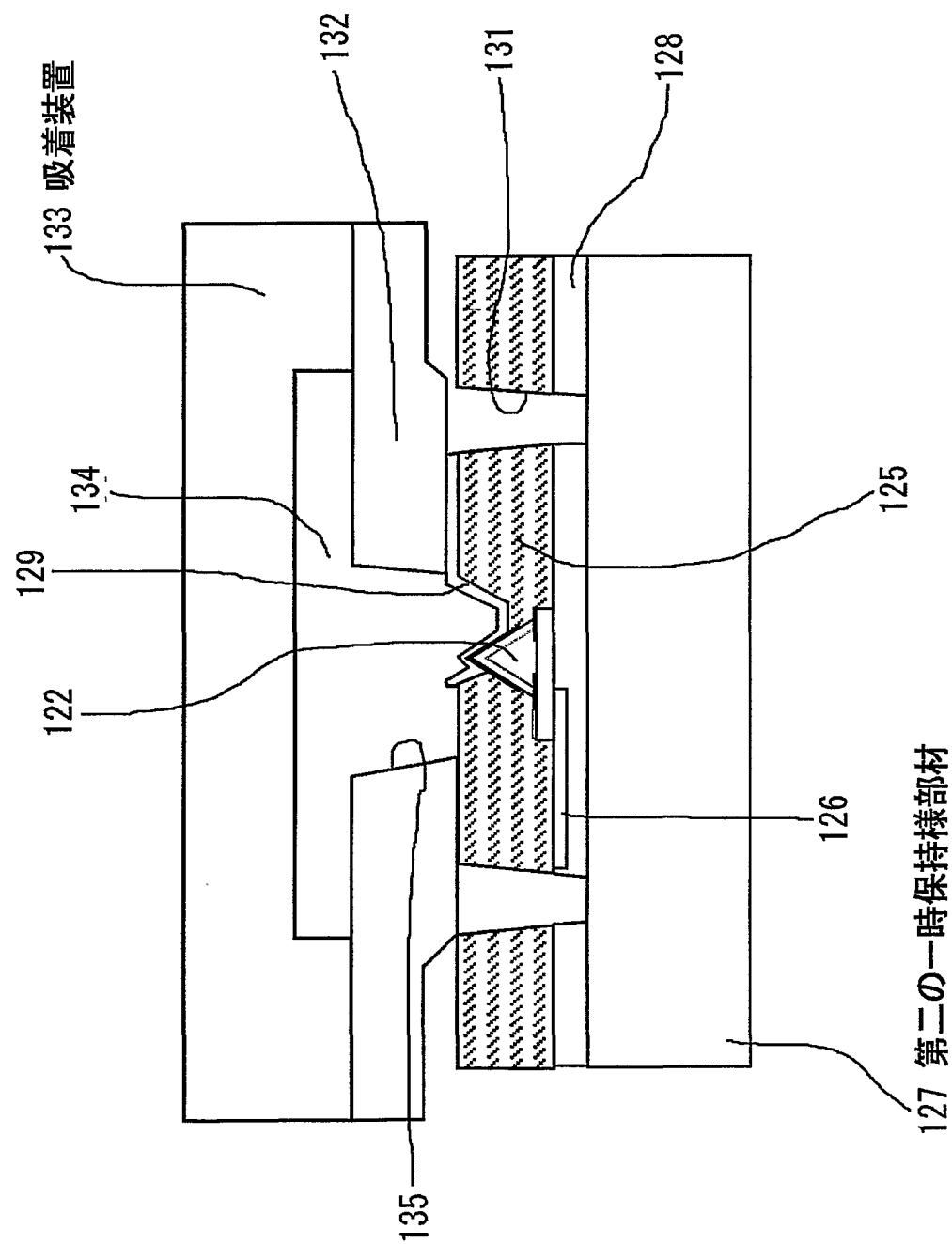
## 第20図



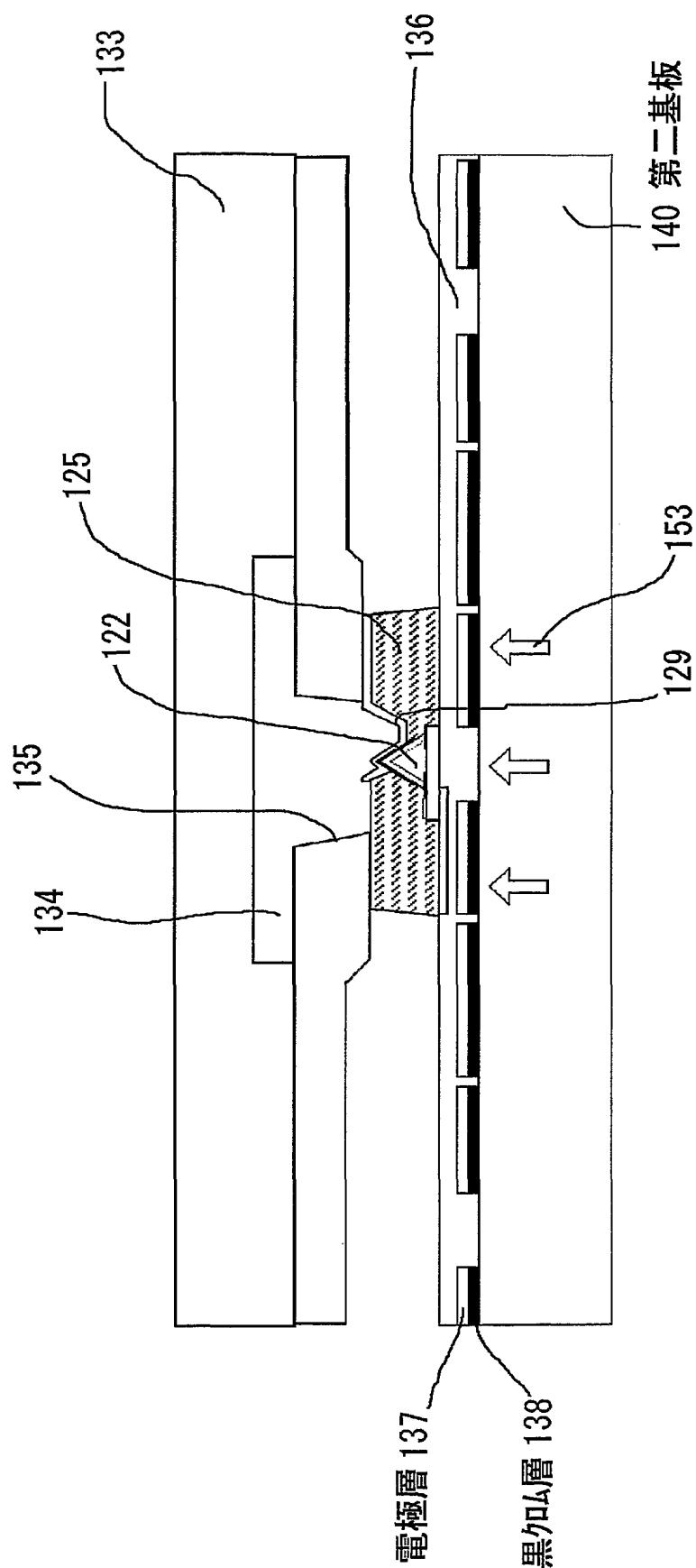
第21図



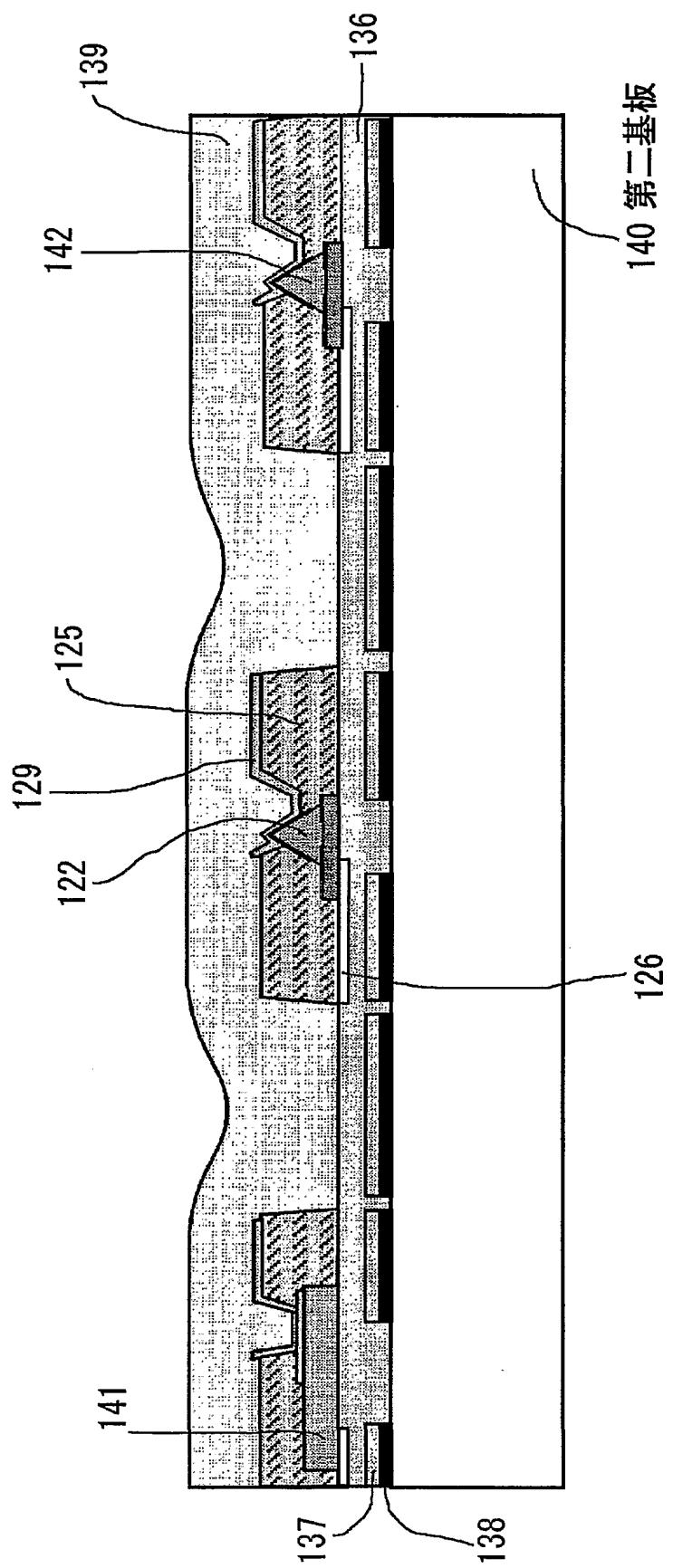
第22図



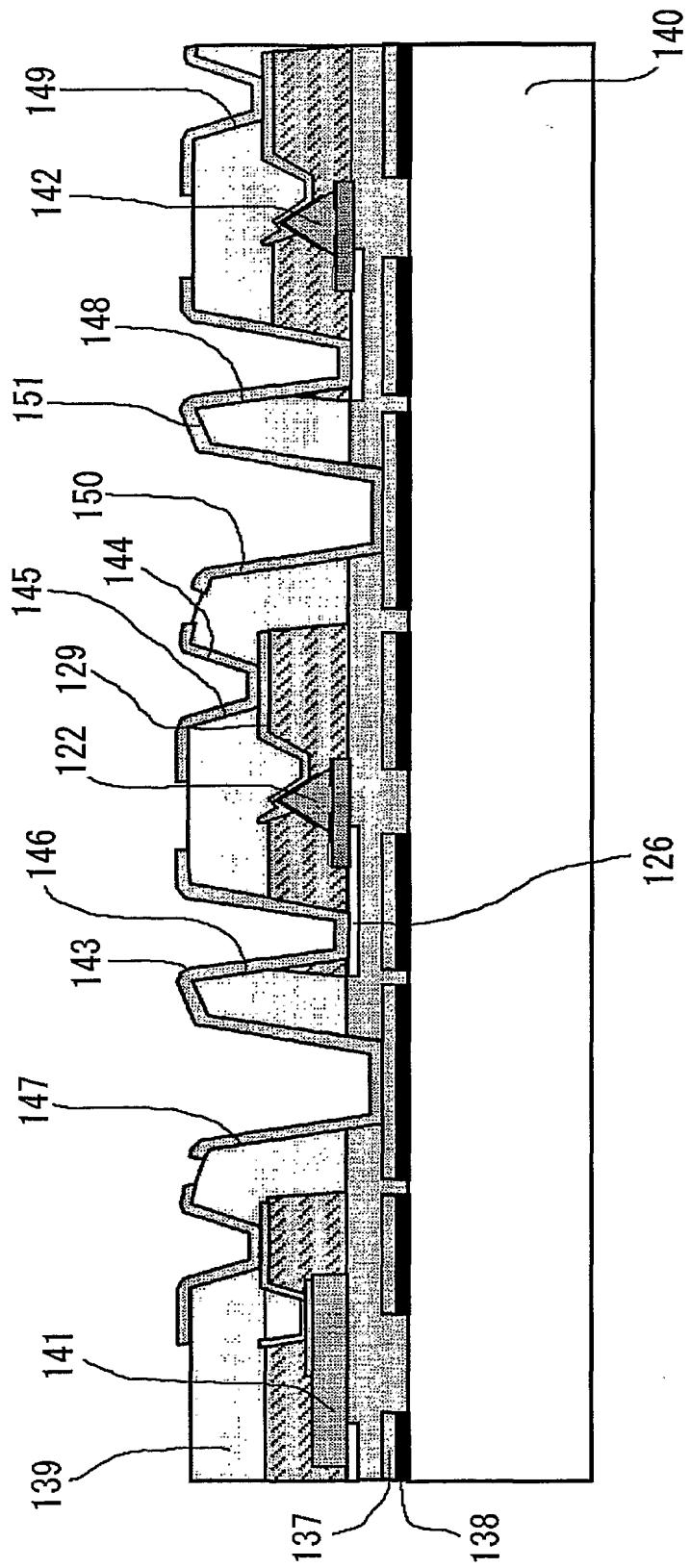
## 第23図



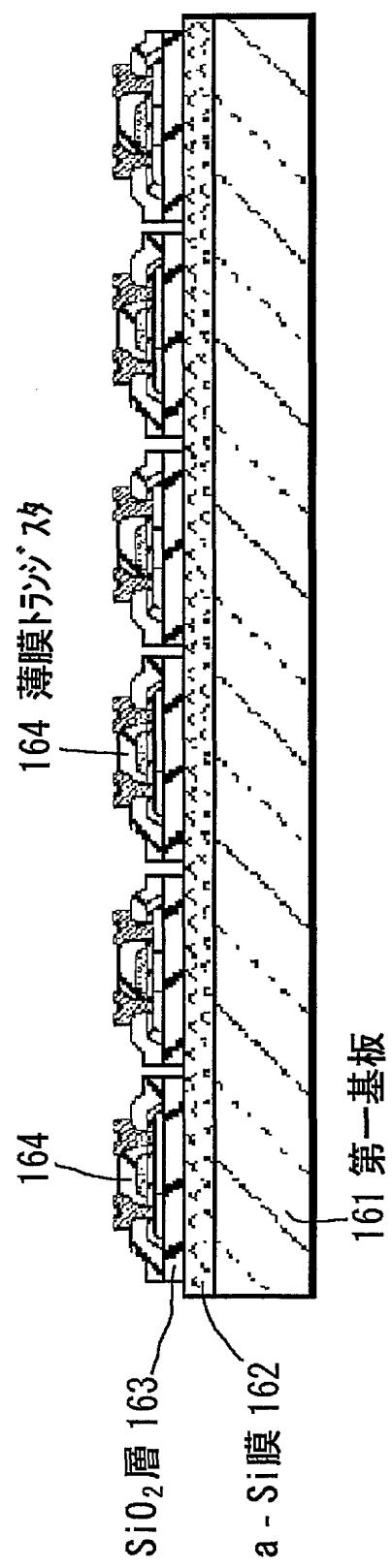
## 第24図



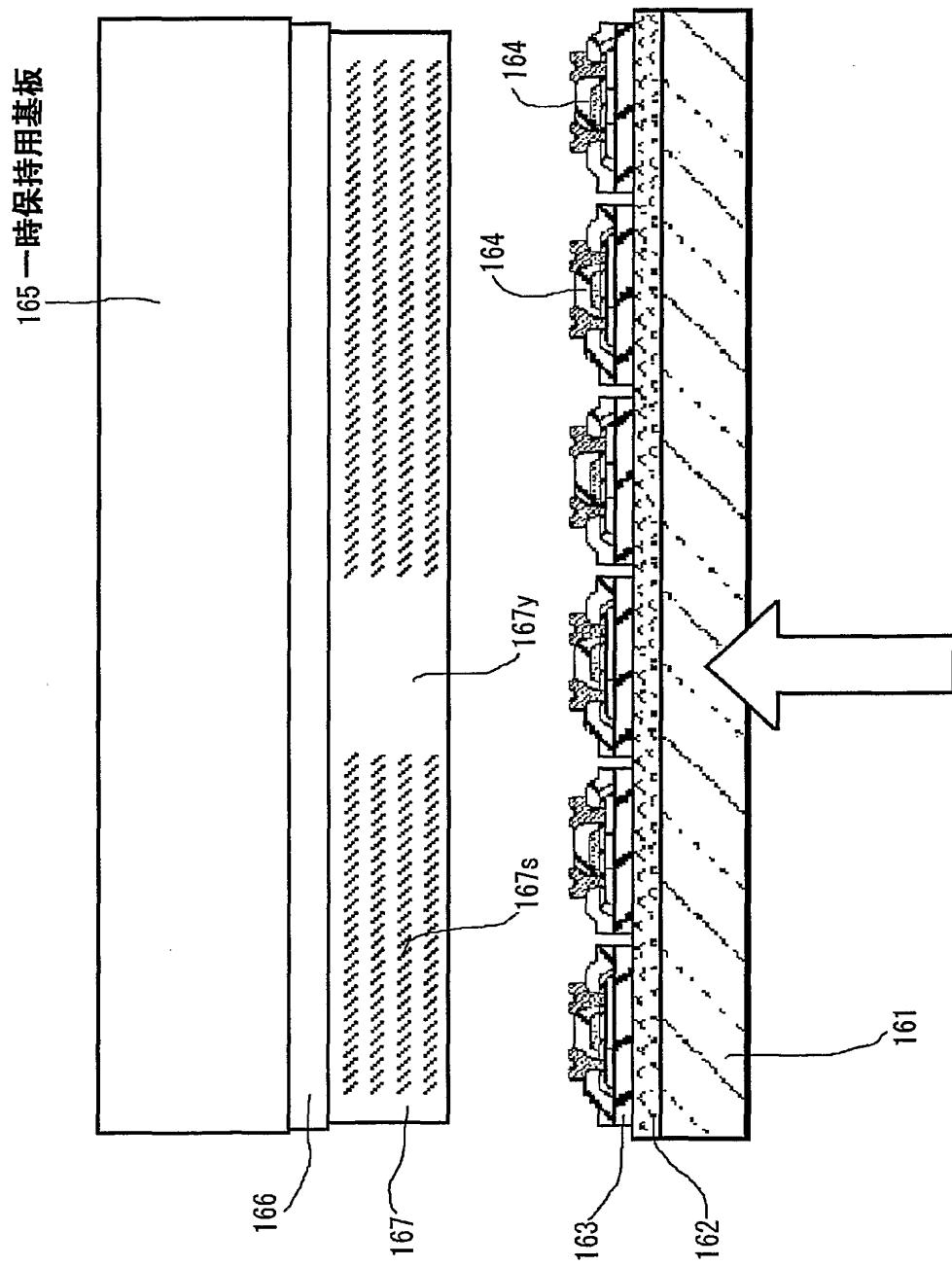
第25図



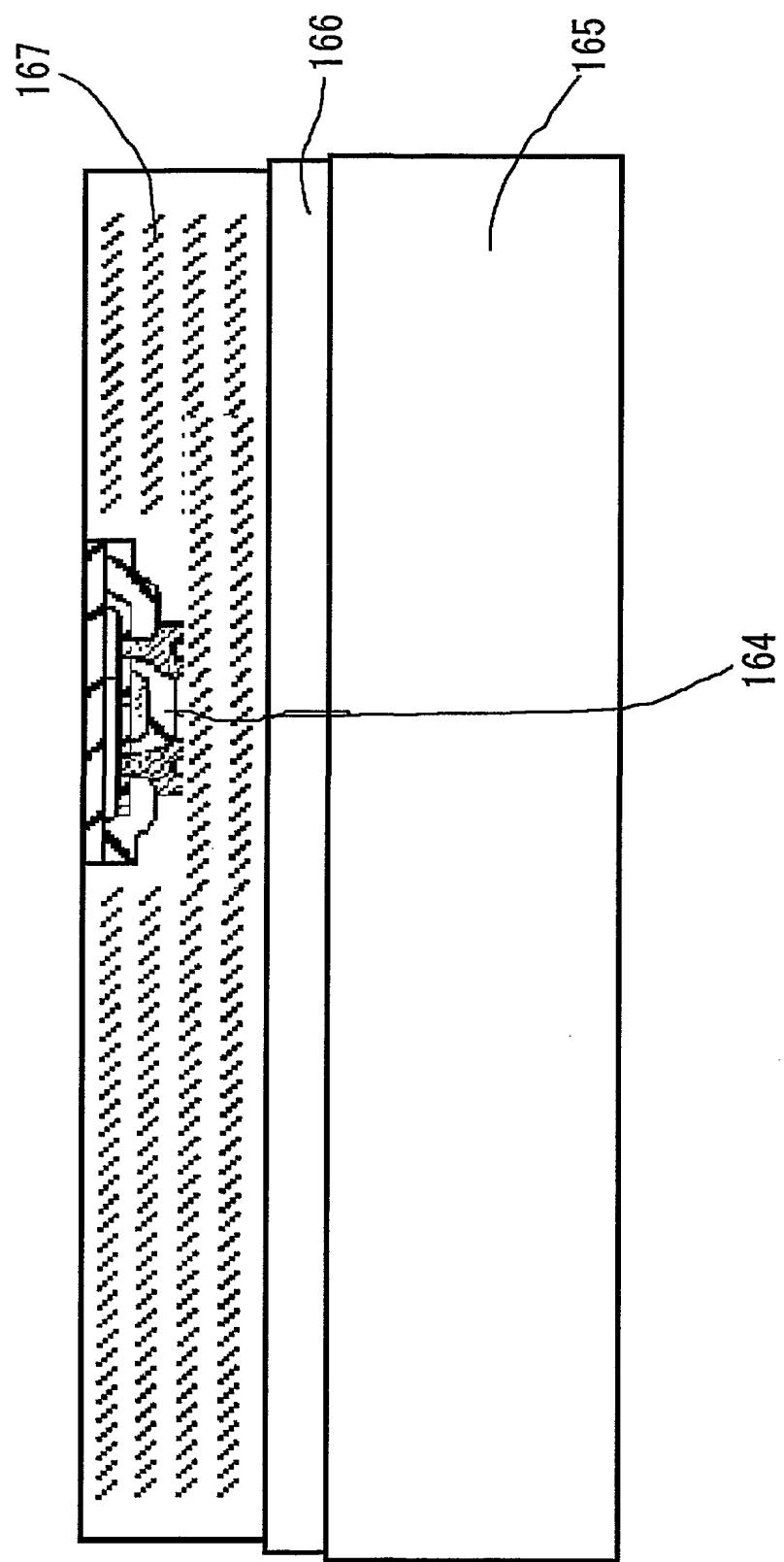
第26図



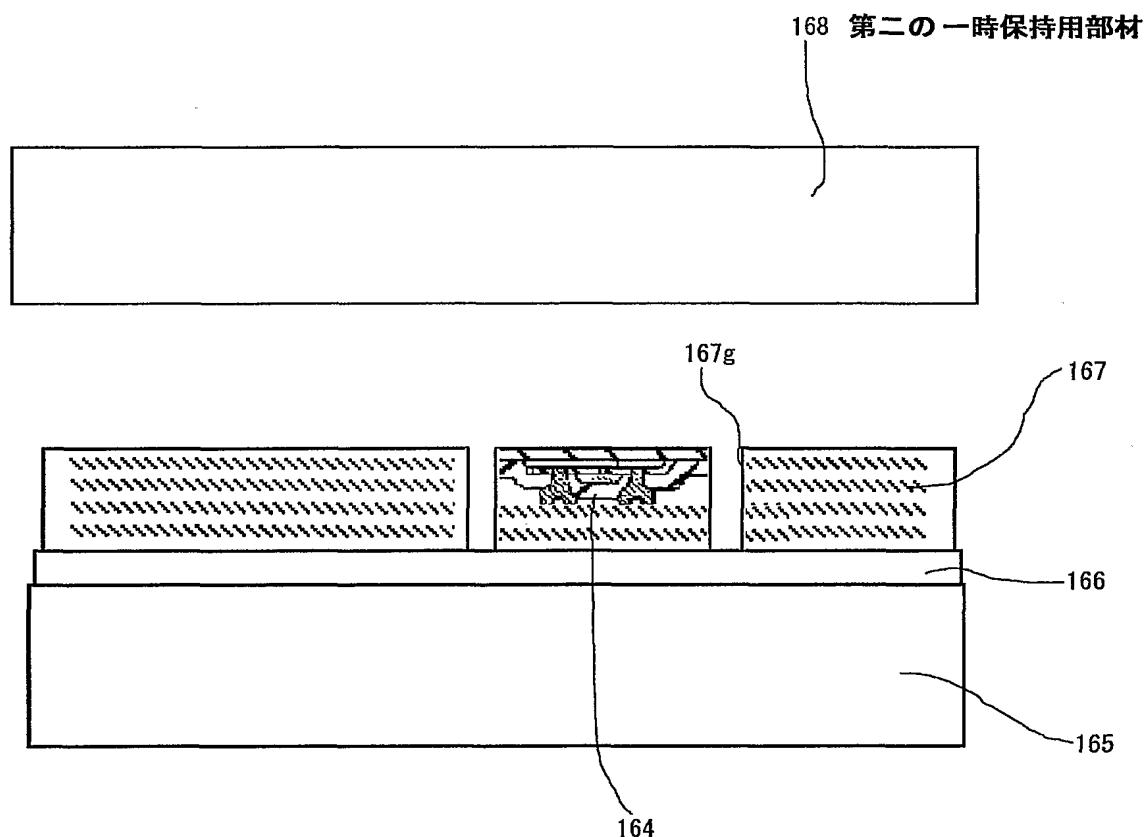
## 第27図



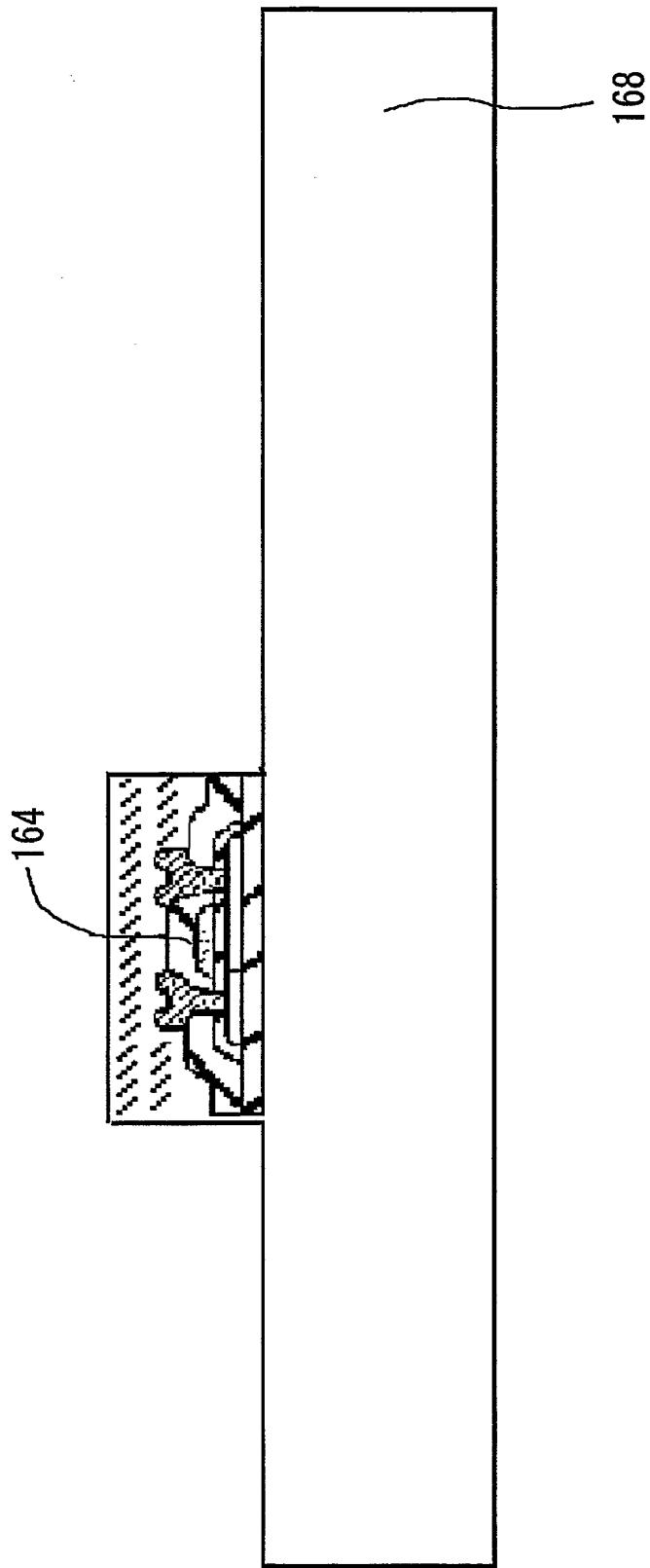
## 第28図



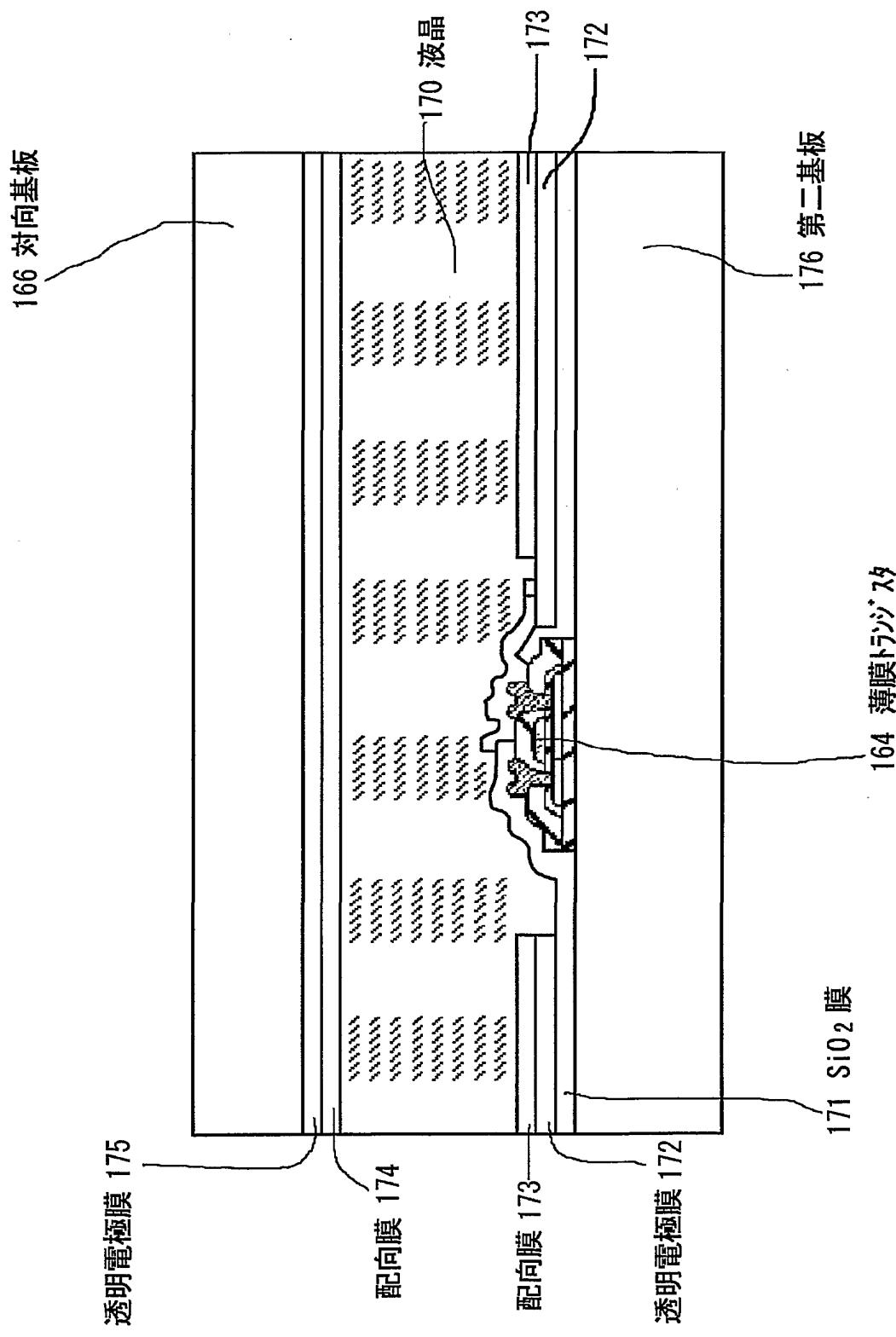
## 第 29 図



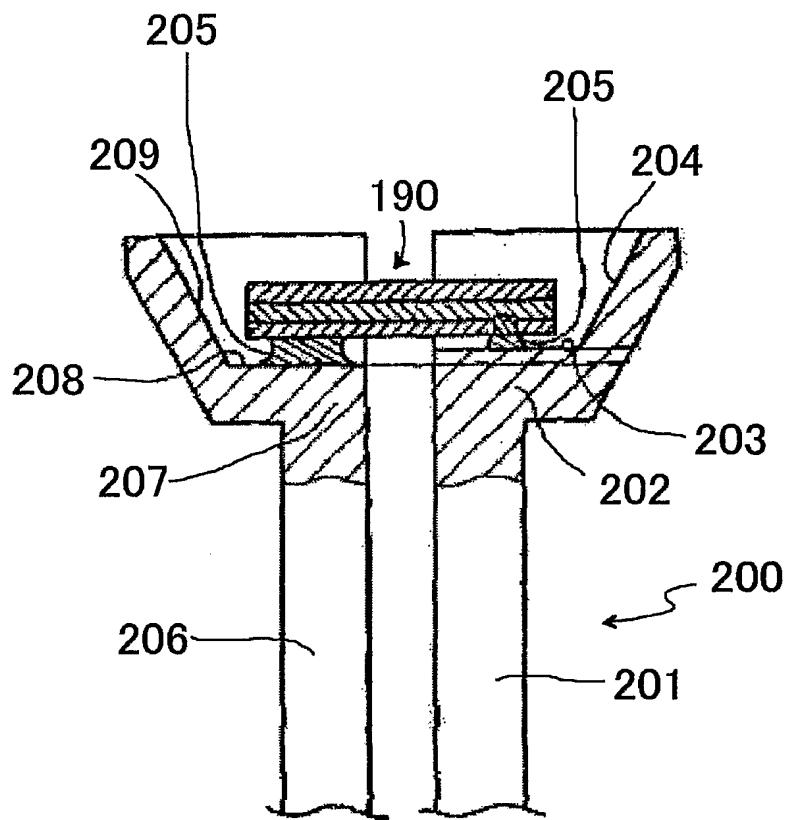
第30図



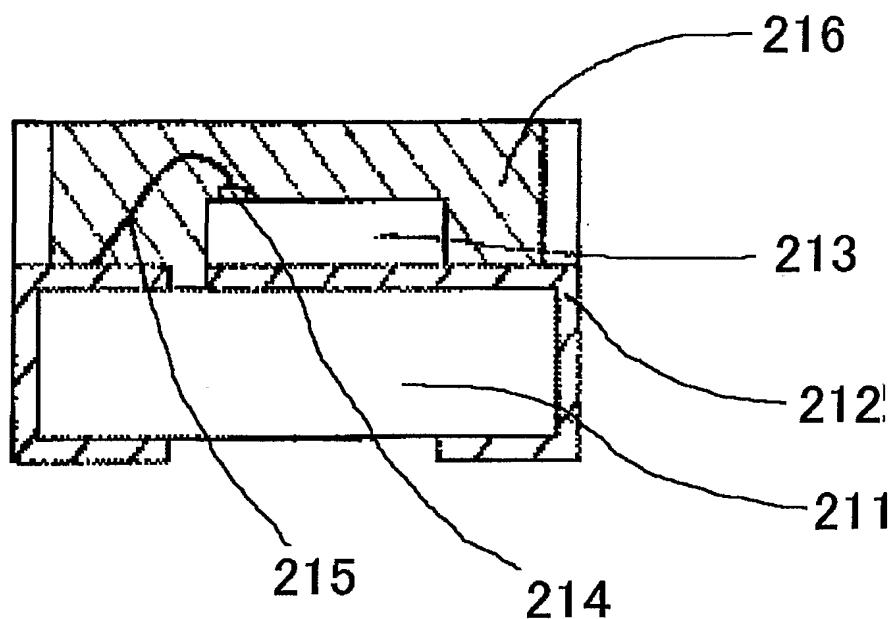
## 第31図



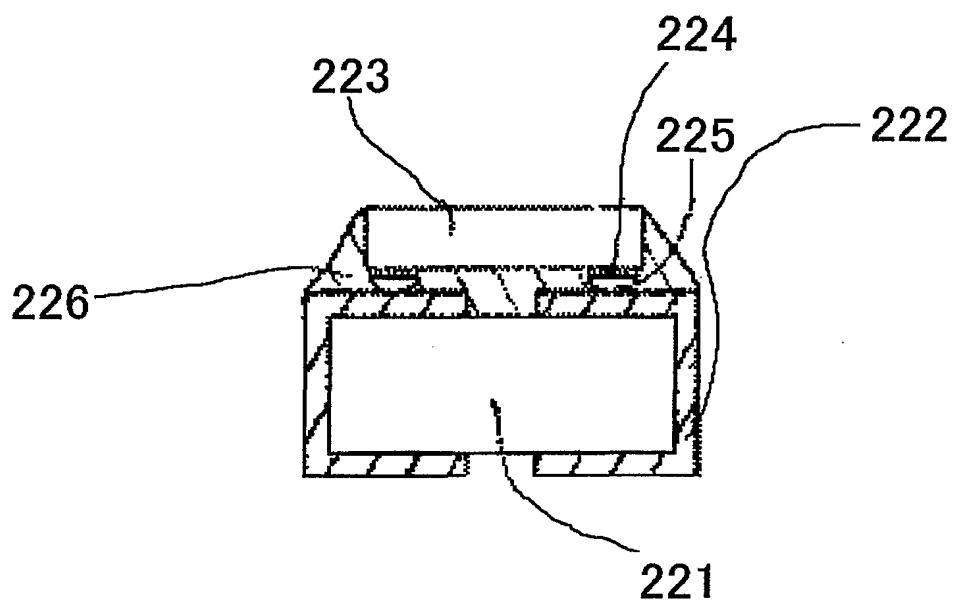
## 第32図



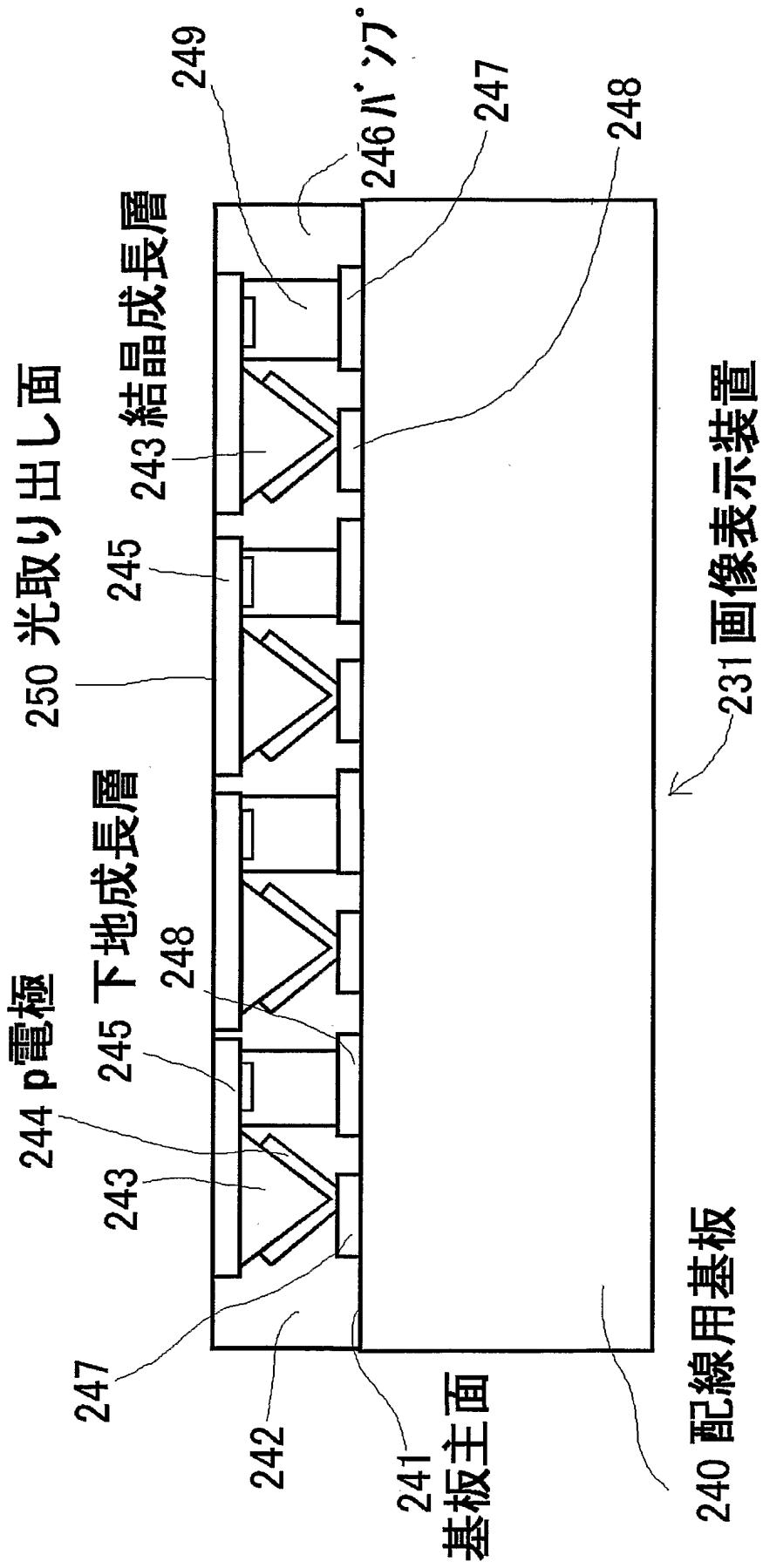
第33図

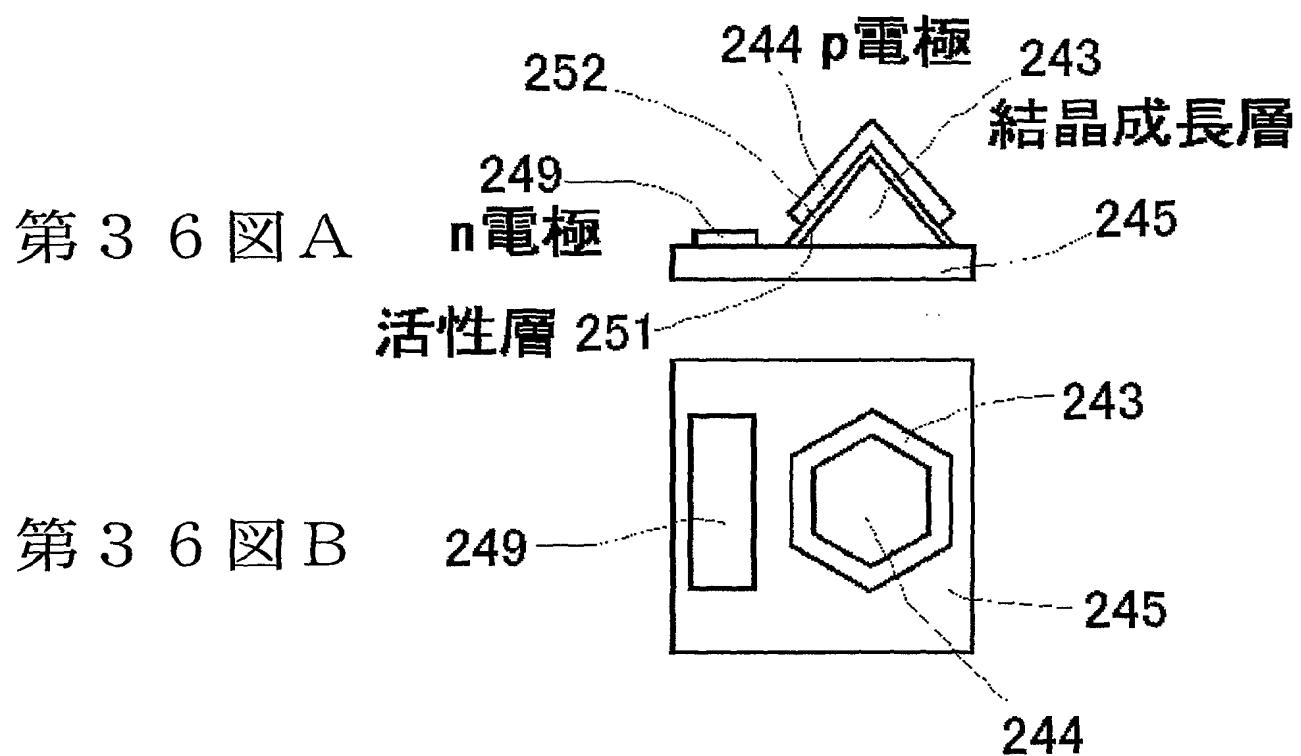


第34図

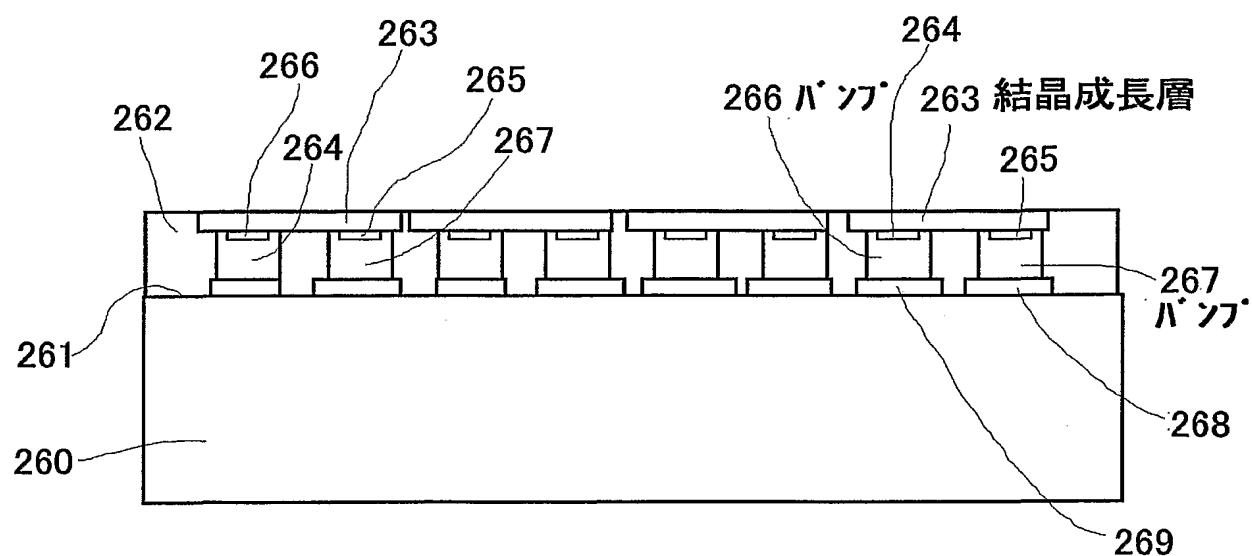


## 第35図

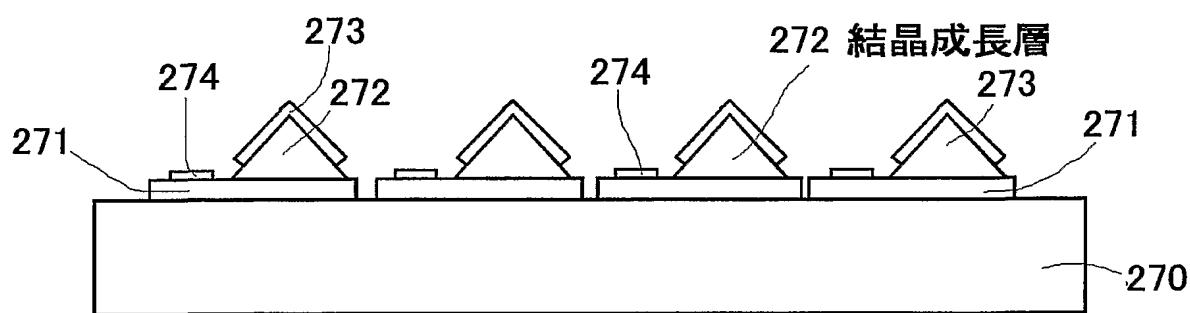




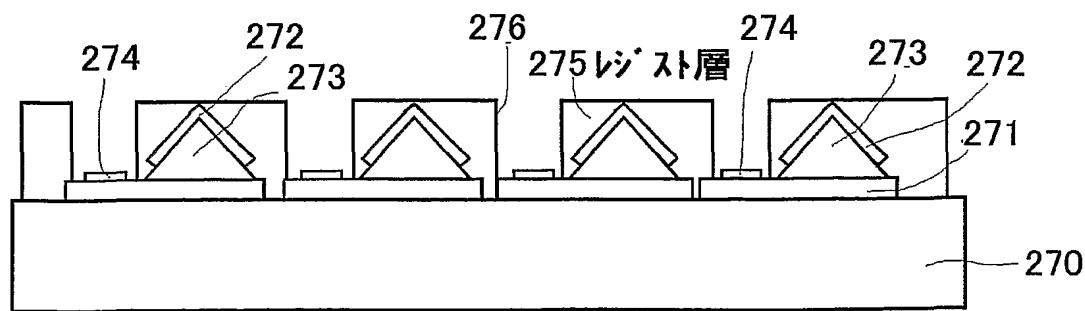
## 第37図



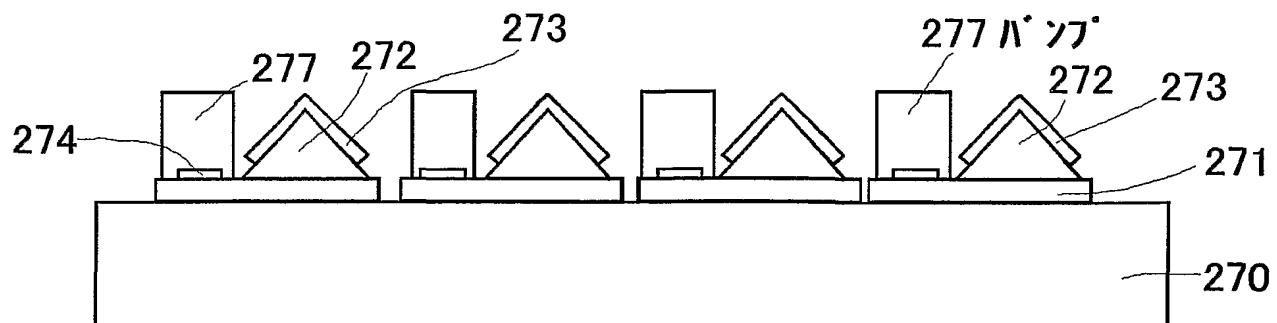
## 第38図



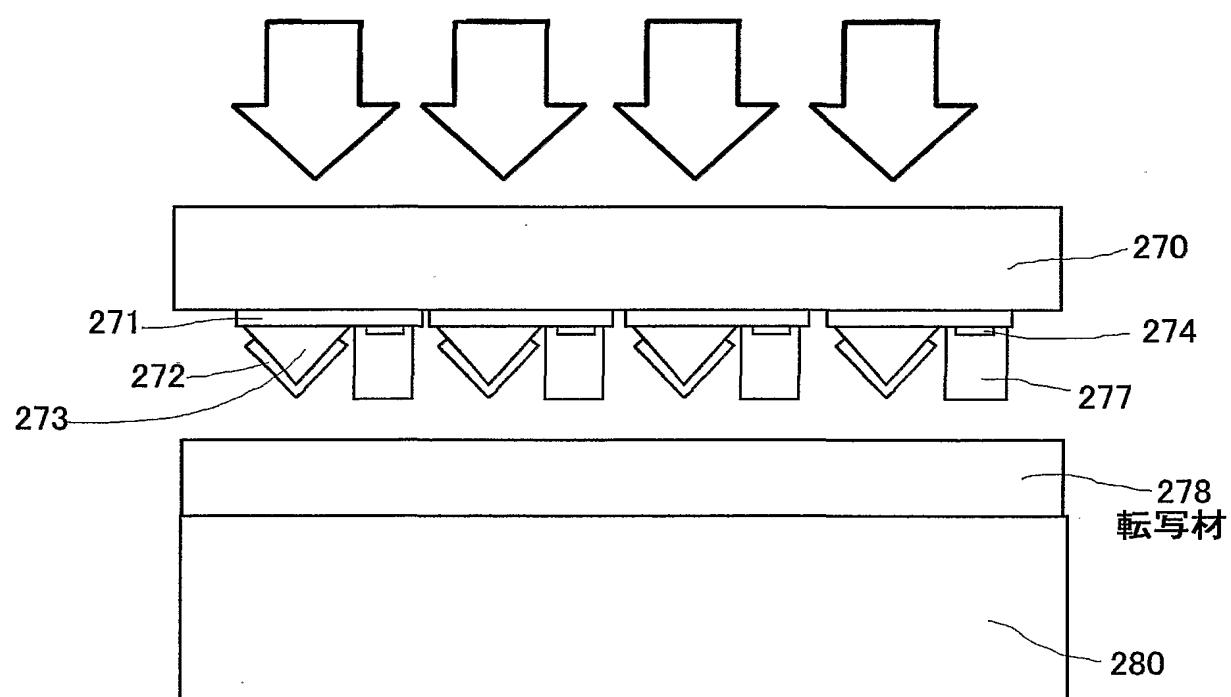
## 第39図



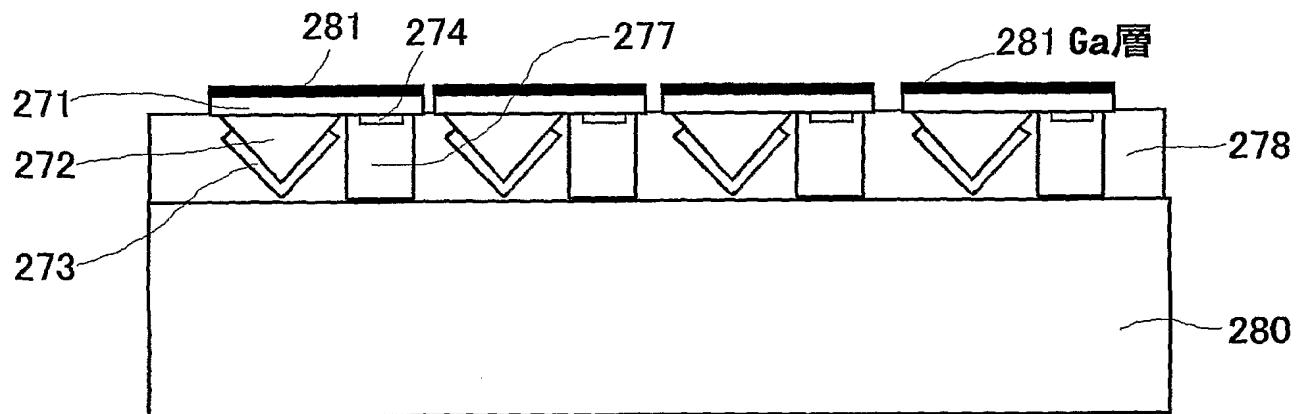
## 第 4 0 図



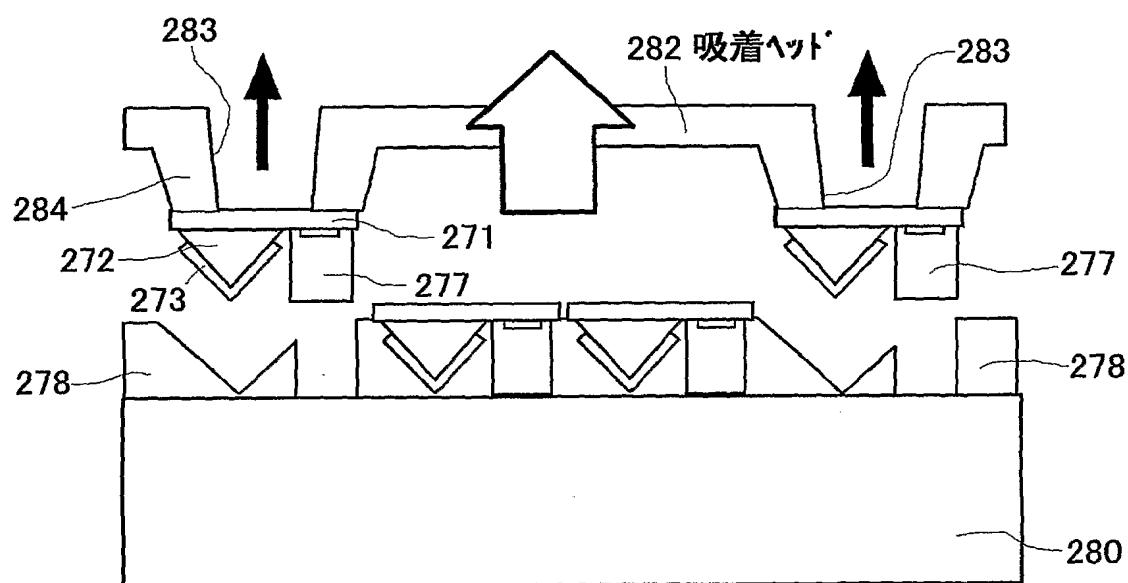
## 第 4 1 図



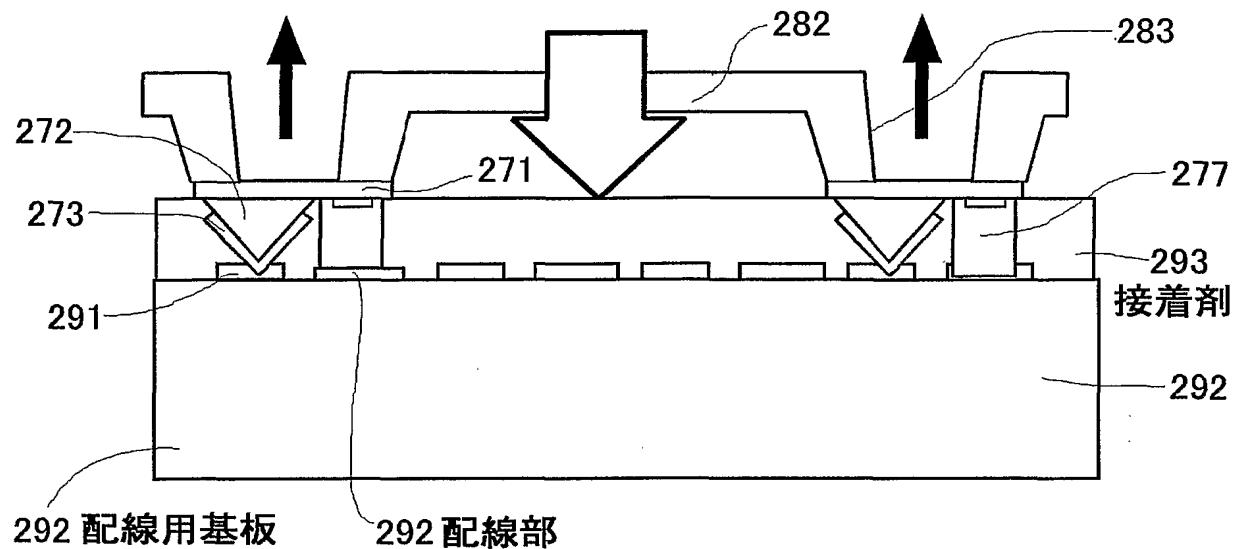
第42図



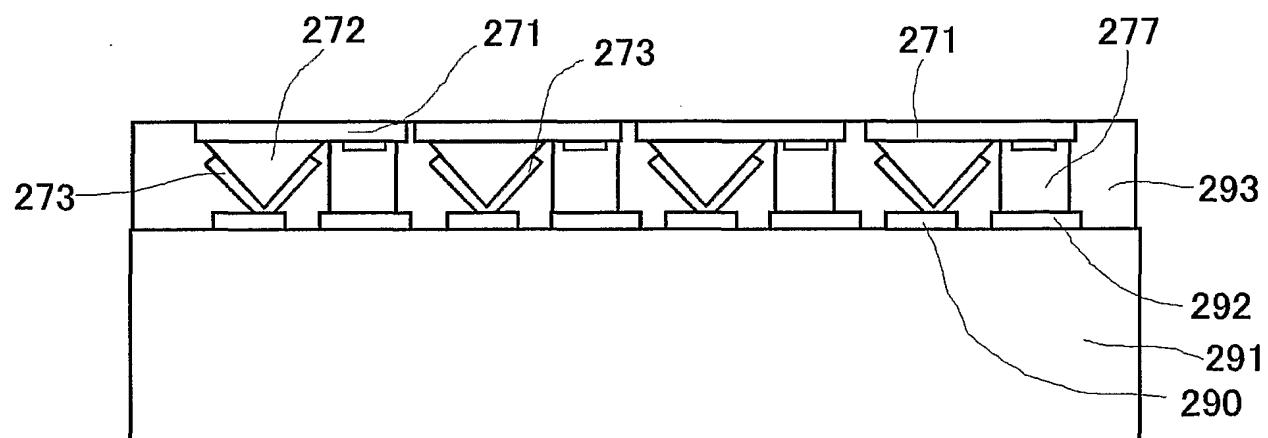
第43図



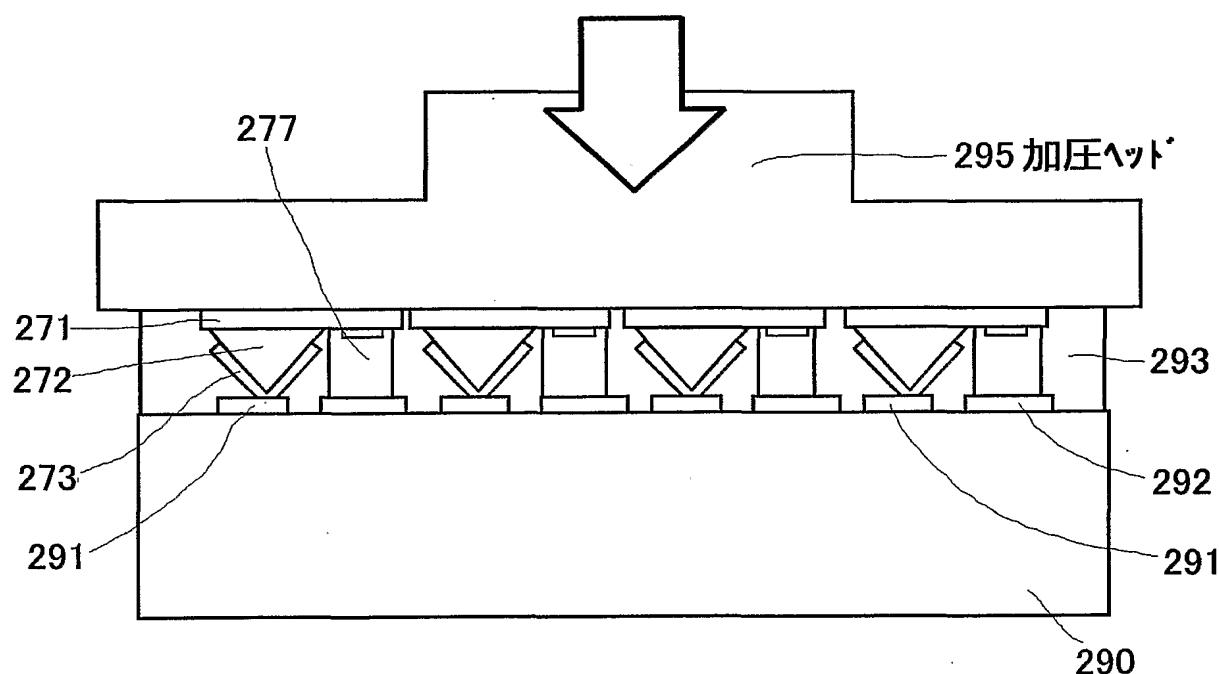
第44図



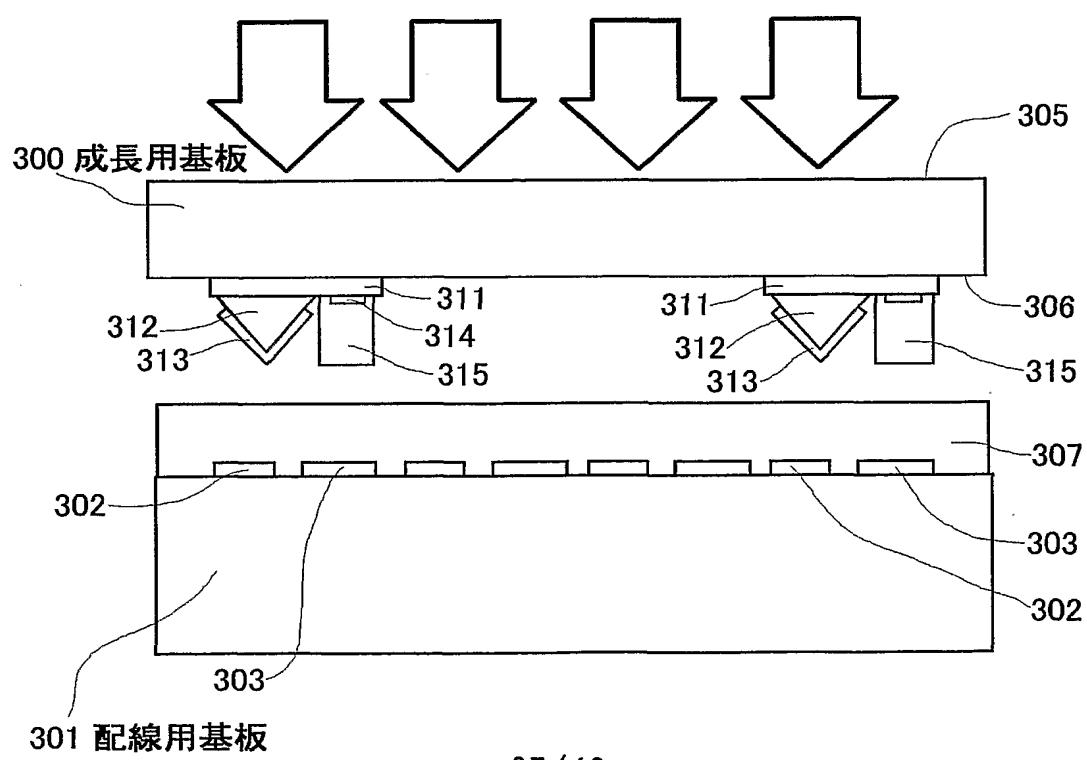
第45図



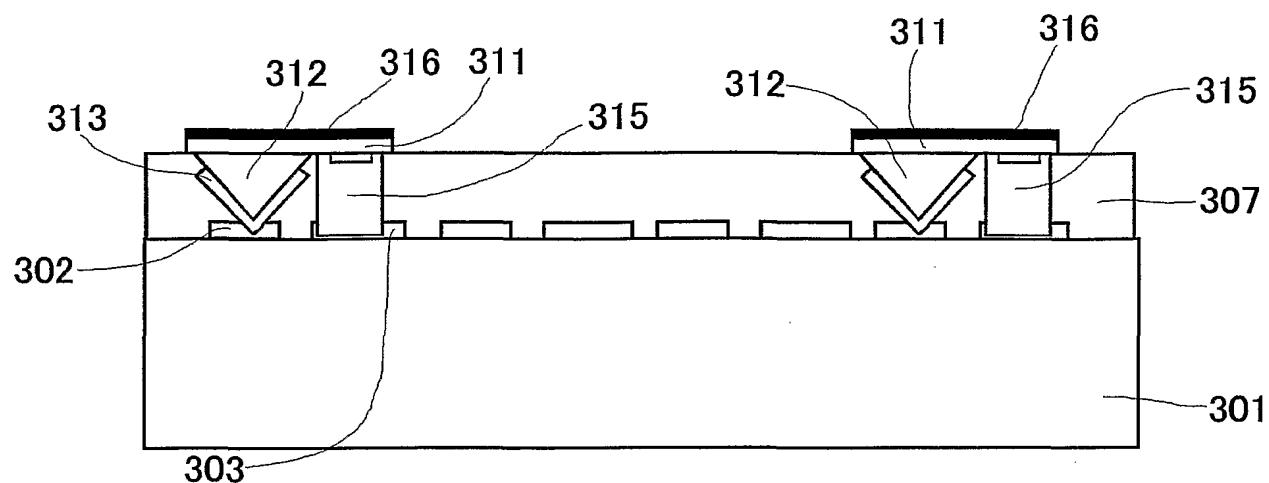
## 第46図



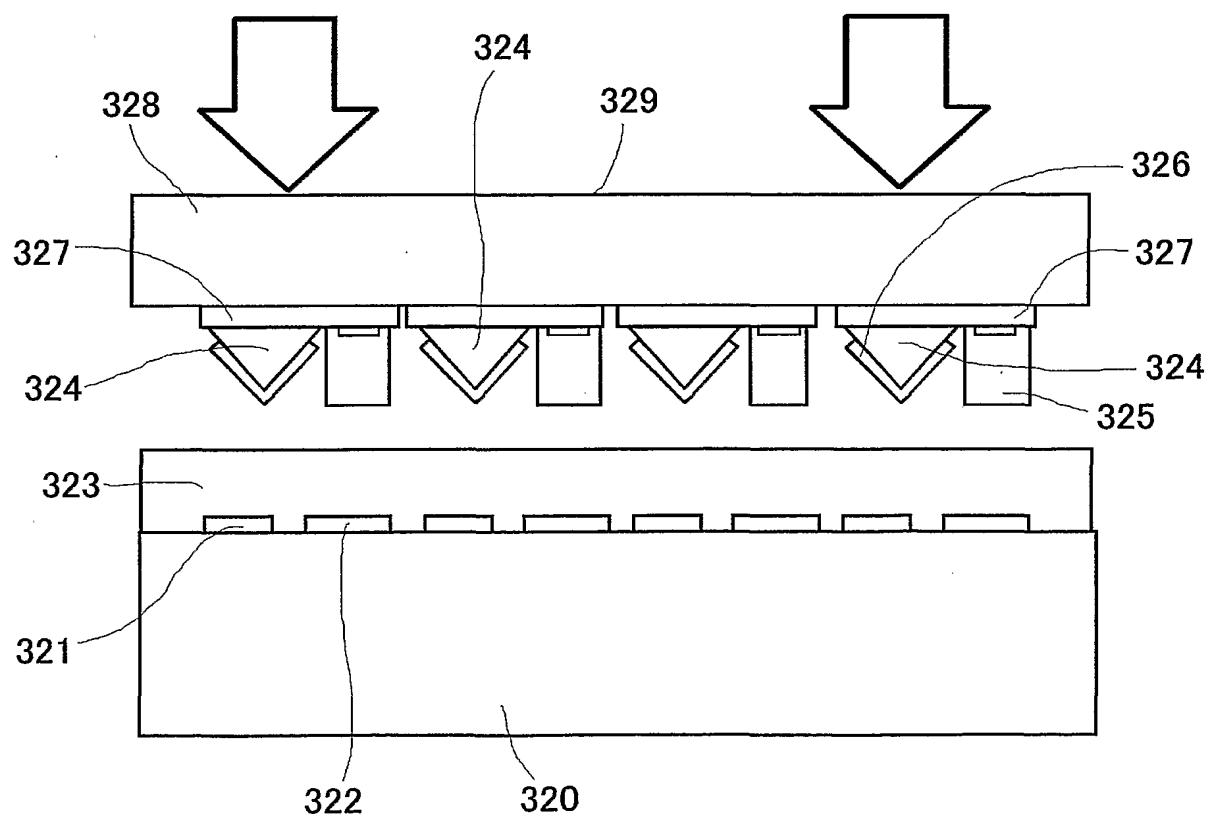
## 第47図



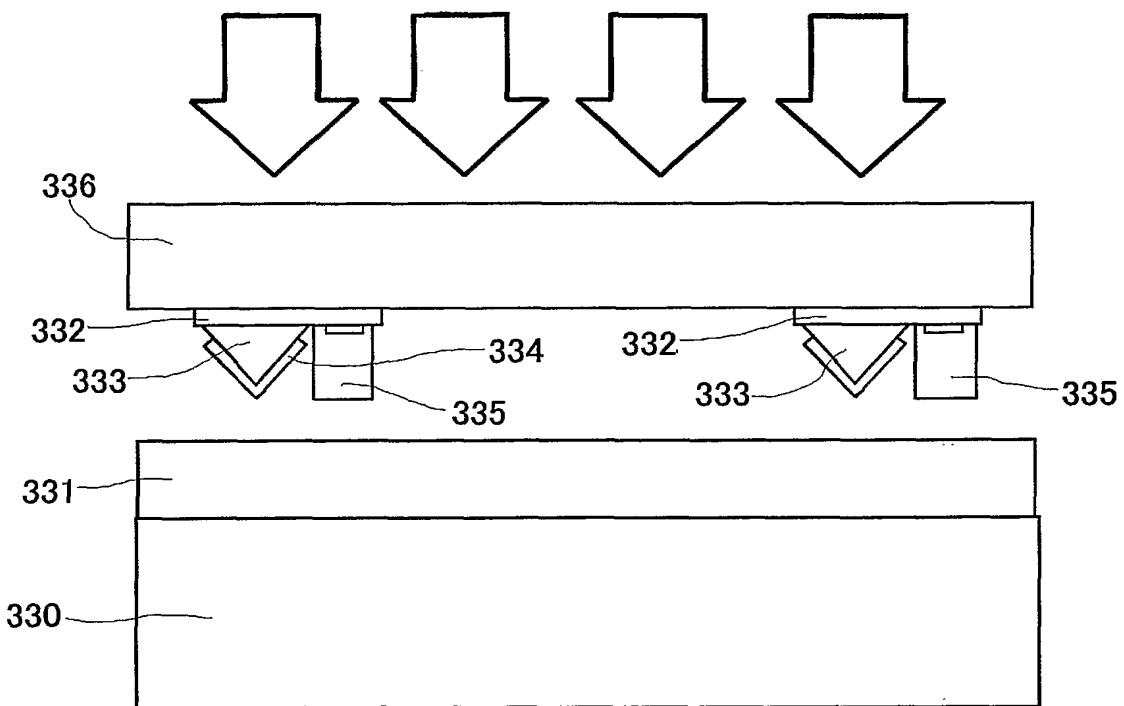
第48図



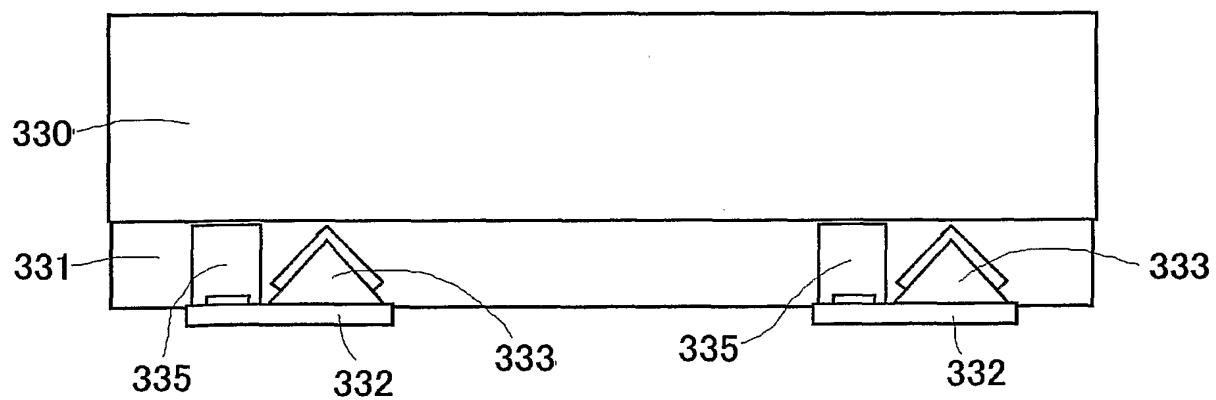
第49図



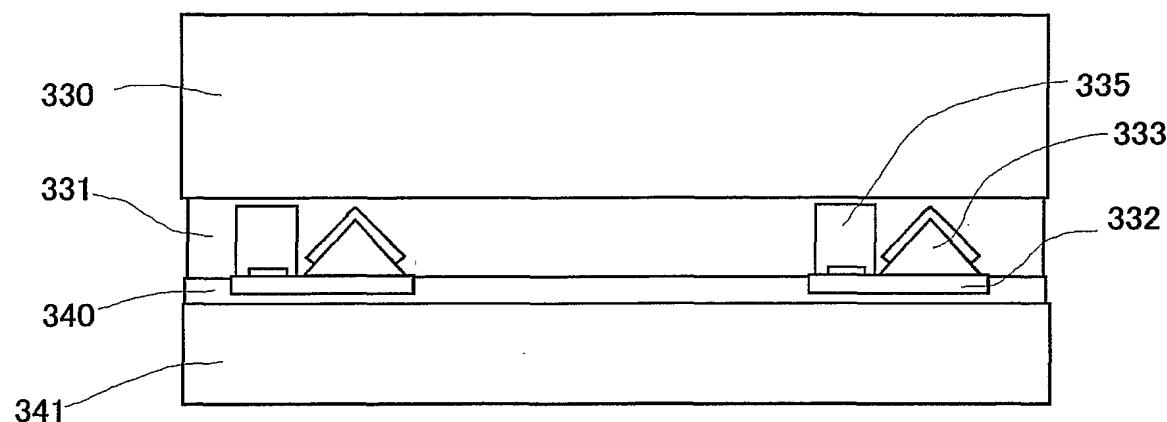
## 第 5 0 図



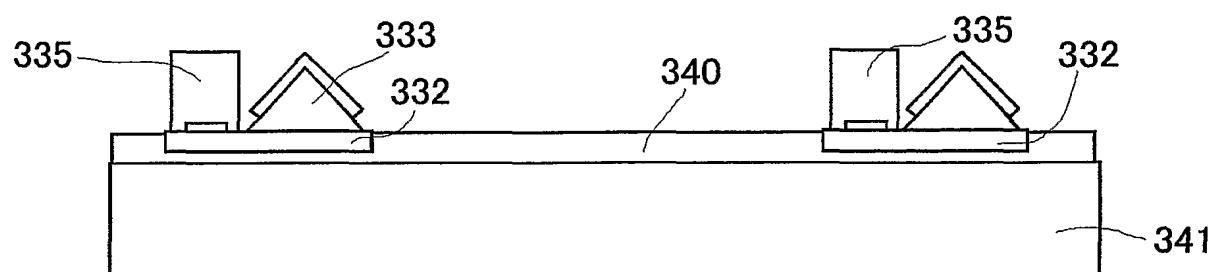
## 第 5 1 図



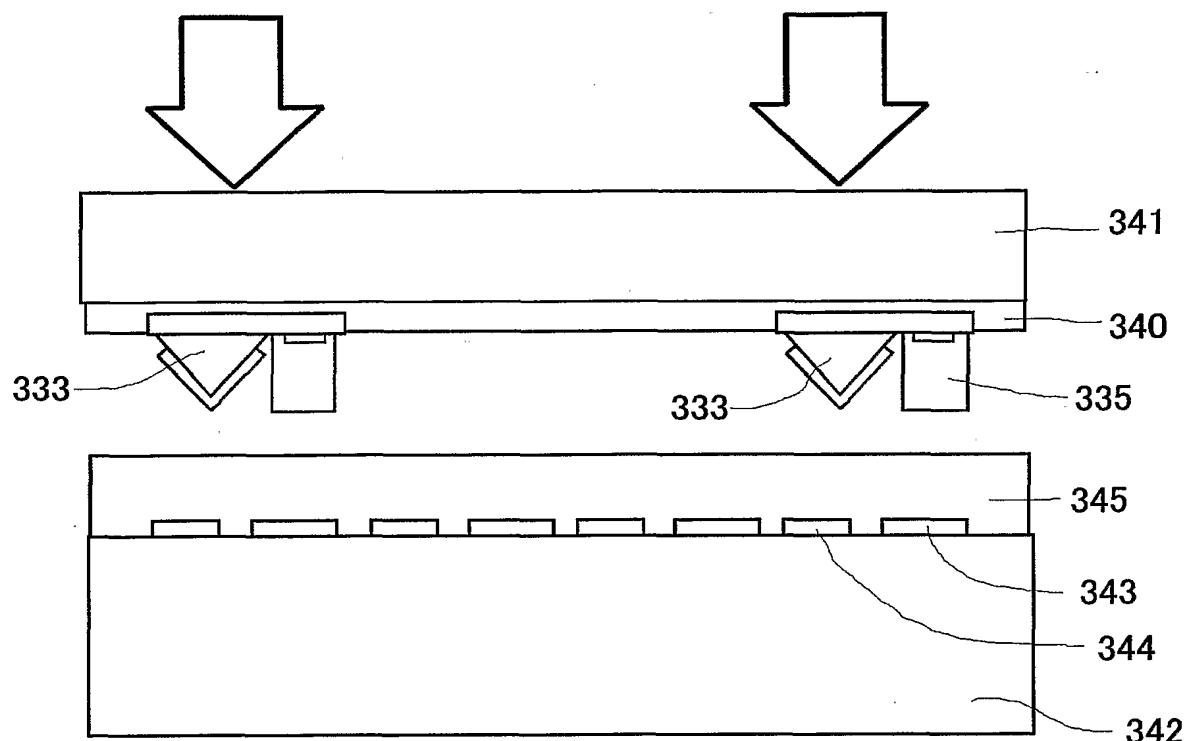
第 5 2 図



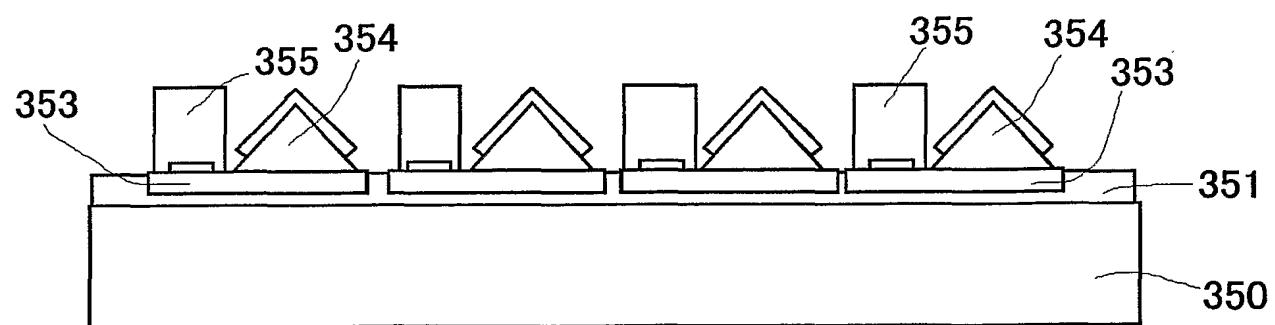
第 5 3 図



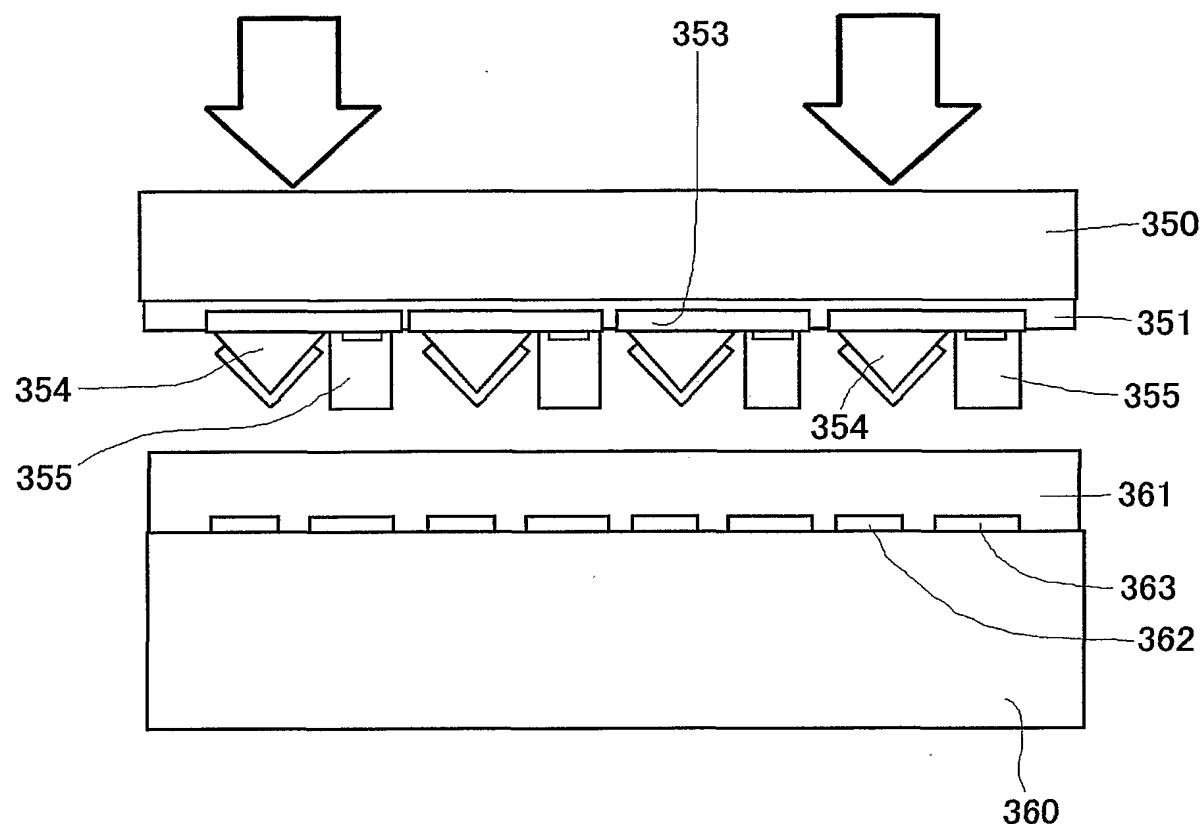
## 第 5 4 図



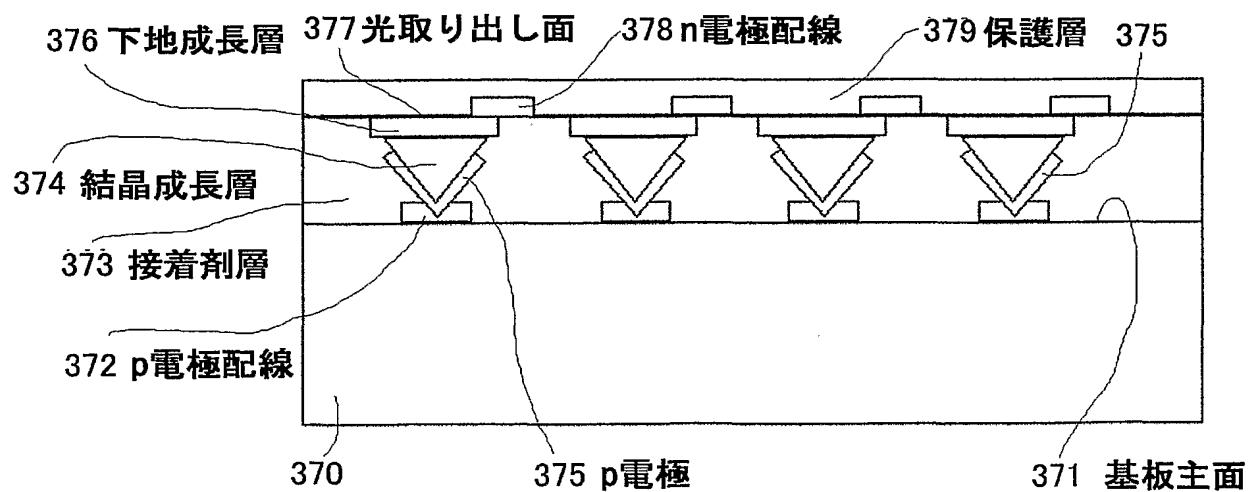
## 第 5 5 図



第 5 6 図



第 5 7 図



## 符号の説明

1, 21, 80 配線用基板  
D R 0 0 ~ D B 1 1 発光ダイオード  
3 2、3 3 パンジスタ  
3 4 容量  
5 1 サファイア基板  
5 2 第2導電型クラッド層  
5 3 活性層  
5 4 第1導電型クラッド層  
5 5 n型電極  
5 6 p型電極  
5 7 分離溝  
6 0 一時保持用基板  
7 0 吸着用治具  
8 1 配線電極  
9 0, 121, 161 第一基板  
9 1, 123, 165 一時保持用部材  
9 5, 140, 168 第二基板  
9 2, 101 素子  
122 発光ダイオード  
164 薄膜トランジスタ

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/06213

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G09F9/33, G09F9/00, G09F9/30, G02F1/1362, H01L27/04,  
H01L27/12, H01L27/15, H01L29/78, H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G09F9/33, H01L21/336, H01L27/12, H01L29/786, H01L33/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-126037 A (Futaba Corporation), 11 May, 1999 (11.05.99) (Family: none)	1-20 29, 46-51
Y	JP 2000-89693 A (NEC Corporation), 31 March, 2000 (31.03.00) (Family: none)	1-20
Y	JP 5-315643 A (NKK Corporation), 26 November, 1993 (26.11.93) (Family: none)	1-20
Y	JP 10-163536 A (Sharp Corporation), 19 June, 1998 (19.06.98) (Family: none)	4, 5 26, 32
Y	JP 11-219146 A (Mitsubishi Chemical Corporation, Sarnoff Corporation), 10 August, 1999 (10.08.99), & EP 905673 A	6-8
Y	JP 11-142878 A (Sharp Corporation), 28 May, 1999 (28.05.99) (Family: none)	7, 8, 15, 20 24-26, 37, 38 50

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
10 October, 2001 (10.10.01)

Date of mailing of the international search report  
23 October, 2001 (23.10.01)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/06213

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5206749 A (Kopin Corporation),	21, 22, 33, 34
Y	27 April, 1993 (27.04.93), & JP 6-504139 A & EP 565588 A	24-32, 37, 38
A	& DE 69325100 A & WO 92/12453 A & CA 2126446 A & AU 5676794 A	23, 35, 36, 39
Y	JP 11-8338 A (Nichia Chemical Industries Ltd.), 12 January, 1999 (12.01.99) (Family: none)	28
X	JP 7-263754 A (Nichia Chemical Industries Ltd.),	40, 41, 52, 53
Y	13 October, 1995 (13.10.95) (Family: none)	42-48
Y	Koichi TACHIBANA et al., "Selective growth of InGaN quantum dot structures and their microphotoluminescence at room temperature", Applied Physics Letters, Vol.76, No.22, pages 3212 to 3214, 29 May, 2000 (29.05.00)	42-45, 53
X	JP 10-305620 A (Matsushita Electronic Corporation),	40, 41, 52, 53
Y	17 November, 1998 (17.11.98) (Family: none)	42-48

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP01/06213

**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Common features to be considered as special features within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, are "a light emitting element taking up an area of at least  $25 \mu\text{m}^2$  and up to  $10000 \mu\text{m}^2$  is mounted on a wiring board" in claims 1-20, "having a first transfer step of transferring elements into a separated form and a second transfer step of further separating them" in claims 21-39, and "mounting elements on a wiring board by inverting them from when they are crystal-grown" in claims 40-53.

Accordingly, it is evident that claims 1-20, claims 21-39, and claims 40-53 do not fulfill the requirement of unit of invention.

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
  
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
  
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**  

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
No protest accompanied the payment of additional search fees.

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. C17

G09F9/33, G09F9/00, G09F9/30, G02F1/1362, H01L27/04,  
H01L27/12, H01L27/15, H01L29/78, H01L33/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. C17

G09F9/33, H01L21/336, H01L27/12, H01L29/786, H01L33/00

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2001年

日本国登録実用新案公報 1994-2001年

日本国実用新案登録公報 1996-2001年

## 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 11-126037 A (双葉電子工業株式会社) 11. 5月. 1999 (11. 05. 99) (ファミリーなし)	1-20 29, 46-51
Y	J P 2000-89693 A (日本電気株式会社) 31. 3月. 2000 (31. 03. 00) (ファミリーなし)	1-20
Y	J P 5-315643 A (日本鋼管株式会社) 26. 11月. 1993 (26. 11. 93) (ファミリーなし)	1-20

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

10. 10. 01

## 国際調査報告の発送日

23.10.01

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官（権限のある職員）

高木 彰



3 X 2922

電話番号 03-3581-1101 内線 6737

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 10-163536 A (シャープ株式会社) 19. 6月. 1998 (19. 06. 98) (ファミリーなし)	4, 5 26, 32
Y	JP 11-219146 A (三菱化学株式会社、サーノフ 一ポレーション) 10. 8月. 1999 (10. 08. 99) & EP 905673 A	6-8
Y	JP 11-142878 A (シャープ株式会社) 28. 5月. 1999 (28. 05. 99) (ファミリーなし)	7, 8, 15, 20 24-32, 37, 38 50
X	US 5206749 A (Kopin Corporation)	21, 22, 33, 34
Y	27. 4月. 1993 (27. 04. 93)	24-32, 37, 38
	& JP 6-504139 A & EP 565588 A	
A	& DE 69325100 A & WO 92/12453 A	23, 35, 36, 39
	& CA 2126446 A & AU 5676794 A	
Y	JP 11-8338 A (日亜化学工業株式会社) 12. 1月. 1999 (12. 01. 99) (ファミリーなし)	28
X	JP 7-263754 A (日亜化学工業株式会社)	40, 41, 52
Y	13. 10月. 1995 (13. 10. 95) (ファミリーなし)	42-51, 53
Y	Koichi Tachibana等, 'Selective growth of InGaN quantum dot structures and their microphotoluminescence at room temperature', Appl. phys. lett., Vol: 76, No. 22, p 3212-3214, 29 May 2000	42-45, 53
X	JP 10-305620 A (松下電子工業株式会社)	40, 41, 52, 53
Y	17. 11月. 1998 (17. 11. 98) (ファミリーなし)	42-48

## 第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、

2.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

PCT規則13.2の第2文の意味において、特別な事項であると考えられる共通する事項は、請求の範囲1-20において「発光素子の占有面積を $25\mu m^2$ 以上 $10000\mu m^2$ 以下」とし、配線基板に実装する」点であり、請求の範囲21-39において「素子が離間した状態となる第1転写工程と、素子をさらに離間した状態とする第2転写工程を有する」点であり、請求の範囲40-53の事項において「素子の結晶成長時と倒置して配線用基板に実装する」点である。

したがって、請求の範囲1-20と請求の範囲21-39と請求の範囲40-53とは発明の単一性の要件を満たしていないことが明らかである。

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあつた。

追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかつた。